

Alapismeretek a Diszkalkulia Pedagógiai Vizsgálatáról

POLGÁRDI VERONIKA – LÁZ CSABÁNÉ – DÉKÁNY JUDIT

ELTE GYOSZI (GYOPSZ) Diszkalkulia munkaközössége

A DPV koncepciója azon alapul, hogy a számolásban résztvevő numerikus rendszerek és egyéb, nem matematika-specifikus rendszerek (részképességek) különböző módokon és szinteken diszfunkcionálhatnak. A teszt feladatai adott életkorokhoz rendelt fejlődési fázisokhoz igazodnak. A vizsgálat a hibaelemzés módszerével és objektív kritériumokkal térképezi fel a diszkalkuliára utaló tipikus hibákat, majd további szempontokat ad az egyéb részképességek működésének megfigyeléséhez és a gondolkodási, kompenzáló stratégiák számbavételéhez. A hangsúlyozottan egyéni vizsgálóeljárás átfogó képet ad a gyermek matematikai és kognitív képességeinek szintjéről. Az egyéni teljesítményprofil alapján lehetővé válik a fejlődési diszkalkulia (súlyos tanulási zavar) és a tanulási nehézség elkülönítése, ezeknek megfelelően az egyénre szabott terápia céljai, feladatai és módszerei meghatározása (terápia-relevancia).

Kulcsszavak: számolási rendszerek, részképességek, differenciáldiagnosztika, gyógypedagógiai szemlélet, terápia-relevancia

Bevezetés

A Diszkalkulia Pedagógiai Vizsgálata (DPV 1–2.) 5–11 éves korú gyermekek alapvető matematikai képességeinek vizsgálatára szolgáló egyéni (gyógy)pedagógiai mérőeljárás, a Dékány–Juhász-féle diszkalkulia pedagógiai vizsgálat (Dékány és Juhász, 1999, 2007) neuropszichológiai/pszichológiai kutatásokkal alátámasztott, megújított változata. Nem csak egyes numerikus részterületeket mér, hanem átfogó képet nyújt a gyermek matematikai képességeiről, készségeiről és a nem matematika-specifikus kognitív funkcióiról, gondolkodási stratégiáiról, kompenzációs mechanizmusairól. Az átdolgozott vizsgálat a gyógypedagógia és határtudományainak legújabb ismereteit felhasználva törekszik mérhetően elkülöníteni a nem megfelelő oktatás vagy a környezeti hátrány okozta matematikai alulteljesítést, elmaradást, valamint súlyossági fok szerint a matematikatanulási nehézséget és a fejlődési diszkalkuliát mint specifikus tanulási zavart. A kvalitatív és a kvantitatív elemzés lehetővé teszi az egyénre szabott intervenció megtervezését. A mérőeljárás segít a diszkalkulia azonosításában, némely feladata azonban felhasználható az aritmetikai képességek szerzett sérülésének a felismeréséhez is (Csonkáné, 2013).

1. A fejlődési diszkalkulia

1.1. A fejlődési diszkalkulia meghatározása, jellemzői, típusai

A fejlődési diszkalkuliának nincs egységesen elfogadott definíciója. Ez részben a fejlődési diszkalkulia multidiszciplináris jellegével, részben a vele kapcsolatos ismereteink hiányosságai miatt magyarázható (Márkus, 2007). A diszkalkulia terminológiája a gyógypedagógia és határtudományainak fejlődésével párhuzamosan változik (Farkasné, 2008).

A számolászavarral foglalkozó első kutatások agysérültek körében történtek, a szerzett diszkalkuliát vizsgálták. A fejlődési diszkalkuliával részletesebben foglalkozó tanulmányok sokkal később jelentek meg.

A számolászavarok kutatásának második szakasza az 1990-es évek után indult. Az új vizsgálati módszerek (elektrofiziológiai vizsgálatok: EEG, EKP; új képalkotó eljárások: fMRI, PET stb.) megjelenése lendületet adott a kognitív idegtudományok fejlődésének, lehetővé vált az aritmetikai feladatok megoldásában résztvevő neurológiai struktúrák követezése. Szélesebb körű klinikai megfigyelések és vizsgálatok zajlottak, amelyek megteremtették a feltételeket a számolás (numerikus

megismerés) kognitív modelljeinek megalkotásához. A kognitív funkciók természetüdmányos értelmezésében jelentős változást eredményeztek az idegtudományi alapkutatások is (Márkus, 2007, 2010). A matematikai képességek komolyabb kognitív pszichológiai és idegtudományi kutatása csak mintegy 10–15 éve indult el, melyek nyomán két fő kognitív modell alakult ki:

- folyamatorientált modell (McCloskey, 1992)
- kognitív idegtudományi komplex modell („a hármas kódolás modellje”) (Dehaene, 1992, 2003).

A folyamatorientált modell szerint a numerikus megismerés folyamata numerikus feldolgozási folyamatokra és számolási mechanizmusokra bontható. A numerikus feldolgozás a számok és a mennyiségek megértésére (bemenetek/input) és produkciójára (kimenetek/output) vonatkozik (számok, mennyiségek beolvasása és létrehozása). A számolási mechanizmusok: az aritmetikai tények előhívása (például az egyszerű összeadások összegei vagy a szorzótábla eredményei) és a számolási procedúrák (eljárások, megoldási algoritmusok kivitelezése).

A különböző kutatások Dehaene hármas kódolás modelljére támaszkodnak, ám a nem szimbolikus ábrázolás, számérzék magyarázatának fontosságát, ill. az ezt igazoló méréseket a legújabb kutatások kritikával illetik (Soltész és mtsai, 2010; Szűcs és mtsai, 2013a, 2013b, 2014; Szűcs és Goswami, 2013). Dehaene szerint a numerikus reprezentációk elkülönülnek egymástól, nem alkotnak egy egységes rendszert és lokalizálhatók az agyban (különböző kérgi területekhez köthetők). A numerikus feladatok megoldásában három különböző rendszer működik közre, amelyek összekapcsolódnak (átkódolás folyamata), külön bemenettel és kimenettel rendelkeznek. A számolási képességnek tehát számos kapcsolata van a beszéd, az olvasás és az írás rendszereivel (Krajcsi 2003, 2008, 2010):

- analóg mennyiségrepresentáció („mentális számegeenes”, közelítő mennyiségrendszer, „számérzék”): Ősi, filogenetikus rendszer, amely folytonosan tárolja a mennyiségeket. Minél

nagyobbak a mennyiségek, annál pontatlanabban tárol, ezzel összefüggésben a mennyiségi összehasonlításért, közelítő számolásért (becslés) felelős és a kivonásban érintett. A mentális számegeenes téri jellegzetességgel bír (logaritmikus skálájú számegeenes) és modalitásfüggetlen. A két másik rendszer közötti szemantikus kapcsolat/átkódolás e rendszer közvetítésével valósulhat meg, de a kapcsolat e nélkül (aszemantikus/jelentés nélküli módon), közvetlenül is történhet. A bilaterális horizontális intraparietális sulcus területéhez köthető.

- auditoros-verbális szókeret (verbális rendszer): Az információt hangok sorozataként tárolja, ezért pontosan tárolja az értékeket (diszkrét), de nincs tisztában azok jelentésével, a számok nagyságrendjével (aszemantikus feldolgozás). A betűket olvassa vagy írja, ill. a hallott, kimondott számneveket észleli, dolgozza fel. A hallott és leírt számszavakat tárolja (tíz alatti összeadások és a szorzótábla tényei; részeredmények átmeneti tárolása). A verbális reprezentáció a bal féltekei Sylvius-árok közötti területekhez köthető.
- vizuális arab számformátum (arab számjegyek szimbolikus rendszere): Arab számok formájában, szimbólumával pontosan tárolja a mennyiségeket, feltételezett funkciója a számok párossági információjának előhívásában és a többjegyű számokkal, írásban végrehajtott műveleteknél mutatkozik meg. A számjegyek olvasását és írását végzi. A vizuális alrendszer működése a kétoldali fusiform gyrushoz köthető.

A fentiekben túl további fontos tényező a konceptuális tudás (matematikai szabályok és alapelvek birtoklása), amely számos műveletet irányít, és nagy szerepe van a műveletek megértésében, elvégzésében (Delazer és mtsai, 2004, idézi Krajcsi, 2010). Ilyen *explicit tudás* például az összeadás tagjainak és a szorzás tényezőinek felcserélhetősége (kommutativitás), illetve csoportosíthatósága (aszociativitás), a nullával való műveletvégzés vagy a műveletek közötti inverzitás.

Az eddig bemutatott rendszerek lehetséges sémáját az 1. ábra mutatja be, melyen jól látható, hogy a két modell kiegészíti egymást:

Szükséges megjegyezni, hogy a szakirodalomban leírt hipotetikus neuropszichológiai modellek majdnem mindegyike felnőttekre vonatkozik, még nem ismeretes a számfeldolgozás és számolás átfogó, empirikusan ellenőrzött fejlődési modellje. Magyarul a

témát összefoglalja Jármí Éva (2012, 2013). A számolási képességek tipikus fejlődési menetének vizsgálatai leginkább a preverbális időszakra irányulnak, csekélyebb számban olvashatók publikációk az óvodás- és iskolás-korú korosztályra vonatkozó kutatásokról



1. ábra: A numerikus megismerésben szerepet játszó rendszerek és reprezentációk összefoglaló ábrája (McCloskey, 1992, Dehaene, 2003, Delazer és mtsai, 2004, Krajcsi, 2010, 97. o.)

A nemzetközi szakirodalomban több évtizedre visszatekintve számos diszkalkuliameghatározás és csoportosítás található (lásd Szűcs és Goswami, 2013 összefoglaló tanulmányát, magyarul lásd Dékány 1986, 1995; Márkus 1999, 2007, 2010; Krajcsi 2008, 2010; Dékány és Mohai, 2012 összefoglalóit).

A diszkalkulia háttérben meghúzódó problémák tekintetében eleinte két fő megközelítés körvonalazódik (Krajcsi, 2010, valamint Szűcs és Goswami, 2013 hivatkozásai alapján):

Nem matematika-specifikus sérülés

A teória szerint a diszkalkulia többféle sérülésnek lehet a következménye, amely nem elsődlegesen a matematikai feladatokra specializálódott rendszereket érinti, azonban megalapozzák a kultúrtechnikák elsajátítását (területáltalános képességek/bázisfunkciók): (Koontz és Berch, 1996; Buill és Scerif,

2001, Geary, 2004; Passolunghi és Siegel, 2001; Swanson, 2011), téri-vizuális zavar (Rourke, 1993), a figyelmi funkció károsodása (Ashkenazi, 2009; Swanson, 2011), a gátló funkció csökkenése (Espy és mtsai, 2004; Blair és Razza, 2007; Bull és Scerif, 2011, Swanson, 2011) és a fonológiai képesség csökkenése (Swanson és Sachse-Lee, 2011), ill. a szemantikus emlékezet zavara, általános lassú feldolgozás, gyenge fonetikus reprezentáció (mások kutatásait összegezve Butterworth, 2003).

Matematika-specifikus sérülés

A teória csak matematikai zavart feltételez, azaz a sérülés területspecifikus képességeket érint. Ilyen például az analog mennyiség-reprezentáció (mentális számegetes) specifikus zavara (Butterworth, 2003; Dehaene, 2003); tények és eljárások disszociációja (Temple, 1991); az analog mennyiségrendszer és az

arab számok kezeléséért felelős rendszer együttműködésének problémája (*Dehaene és mtsai*, 2004); az aritmetikai táblák, tények tanulási zavara, a számolási eljárások megértésének zavara, a számfogalom megértésének vagy a számok leírásának és kiolvasásának problémája (*Shalev és Gross-Tsur*, 2001). Fontos megjegyezni, hogy az analóg mentális számegyenes meghatározó szerepét a háttérokok között a legújabb kutatások kevésbé erősítik meg, a mentális számegyenes célzott fejlesztése nem javítja a szimbolikus számokkal végzett műveletek eredményeit (*Szűcs és Myers*, 2016). Ezen kutatási konklúziókat a Diszkalkulia munkacsoport gyakorlati tapasztalatai is alátámasztják.

Ezekén túlmenően egyes szerzők feltételezik, hogy a számolási készség hiánya sokszor összefügg genetikai problémákkal és az alacsony intelligenciával (*Ansari és Karmiloff-Smith*, 2002, idézi *Kajcsi* 2010). *Miller és Mercer* (1997) azt állítja, hogy a rossz oktatás okozhat matematikai problémákat, *Krüll* (2000) pedig a szorongás és a rossz oktatási módszer szerepét fejt ki. A korábbi kutatások nem tisztázták egyértelműen a matematikai szorongás és a matematikatanulási zavar közötti összefüggést. *Carey és mtsai* (2016) összefoglaló tanulmányukban hangsúlyozzák azt a kétirányú kapcsolatot, ami a matematikai szorongás és a matematikai teljesítmény között tapasztalható, az ún. kölcsönös elméletben a matematikai szorongás és a matematikateljesítmény egy „ördögi ciklusban befolyásolhatják egymást”. *Devine és mtsai* (2017) legfrissebb eredményei is arra utalnak, hogy a kognitív és érzelmi matematikai problémák nagymértékben disszociálnak, a matematikai szorongás nem kizárólag a matematikai alulteljesítés velejárója. Vitathatatlan, hogy gyakoriak a kísérő emocionális, viselkedési, ill. beilleszkedési problémák is, ugyanakkor az alacsony intellektus, a szorongás, valamint a rossz oktatási módszer kizárólagosságának hangsúlyozása a diszkalkulia nagyon leegyszerűsített, helytelen megközelítése.

A diszkalkulia egyik leginkább ismert tüneti leírását *Desoete* (2006) felosztása adja (részletesen idézi *Krajcsi*, 2010. 100. o.):

- szemantikus emlékezeti deficit (numerikus tények elsajátításának, előhívásának zavara, munkamemória problémák)
- procedurális deficit (a műveletvégzési eljárások alkalmazásának nehézsége, fejletlen stratégiák alkalmazása)
- téri-vizuális deficit (számjegyek tükrözése vagy a számjegyek nem megfelelő sorrendű használata a műveletvégzéskor; nehezített a számegyenesen való tájékozódás, illetve tárgyak nagyságszerinti rendezése; téri, geometriai feladatokban való nehézség).
- számismereti deficit (a különböző modalitások közti hibás kódolás, a probléma lehet az absztrakt számmegértéssel, a számrendezéssel vagy számlálással)

Temple (1991) három problématerületet különít el McCloskey folyamatorientált modelljével összhangban, melynek hiányossága, hogy nem tér ki a fogalmi megértés kérdéseire:

- számjegy diszlexia (sérült a számok lexikai feldolgozása)
- számtani tények bevézésének, automatizálásának, felidézésének problémája
- procedurális zavar (nehezített a műveletvégzések lépéseinek, sorrendjének végrehajtása)

Geary (1993) tipikus hibák és deficittek összefüggései alapján csoportosít:

- procedurális típus (éretlen stratégiák a műveletvégzés terén, melynek háttérében munkamemória-deficit áll, de nem zárja ki a hiányos fogalmi megértést sem)
- szemantikus emlékezeti deficit (tények előhívásának zavara a nyelvi rendszer hiányos asszociációs kapcsolataival vagy az irreleváns asszociációk legátlásának deficitjével kapcsolatos)
- téri-vizuális képességek deficitje (komplex matematikai szöveges feladatok, továbbá mentális számegyeneset igénylő feladatok, pl. becslés, megoldási nehézségei)

Von Aster (2000) tipológiája *Dehaene* (2003) hármas kódolás modelljét vette alapul:

- verbális típus (számolás, számlálás érintettsége)
- arab típus (az arab számok írása és kiolvasása/átkódolás nehezített)

- pervazív típus (analóg mennyiségrendszer sérülése, szinte minden feladatot érintő komoly elmaradás)

A fenti tipológiák rámutatnak arra, hogy a diszkalkulia olyan tünetegyüttes, melyben a tünetek különböző kombinációkban és mértékben fordulnak elő, és sokszor nem különülnek el egyértelműen (Krajcsi, 2010). Ezzel a problémával szembesül a kutató a diagnosztikus mérőeszközök kifejlesztésekor, valamint a gyakorló diagnosztika.

A hipotetikus modellek harmadikutas megközelítése áthidalja a matematikaspecifikus és a nem-matematikaszpecifikus sérülés problematikáját, mivel a számolásban több kognitív rendszer is részt vesz. A biológiailag elsődleges matematikai képességekből kiindulva az alapvető bázisfunkciók (nyelv, munkamemória, végrehajtó funkciók, vizuális-téri feldolgozás) harmonikus fejlődése nélkül nem tudnak létrejönni a kultúra által közvetített, biológiailag másodlagos matematikai képességek. (Geary, 1996) A neurális konstruktivista szemlélet azt tükrözi, hogy az idegi struktúrák közti kétirányú kapcsolat folytán a számolásban résztvevő kiterjedt rendszerek bármely elemének szelektív sérülése kihat az egész fejlődő rendszer további elemeinek mechanizmusára (Karmiloff-Smith, 2006). Egyes agyterületek károsodása numerikus és nem numerikus diszfunkciókat is okozhat (pl. az intraparietális sulcus részt vesz nem numerikus funkciókban is, mint pl. a téri-vizuális feldolgozás/tárgy-fájl rendszer, ill. a téri deficit fontos tényező a téri-idő intervallumban való eligazodás és a számolás során.) Mindezek magyarázzák, hogy egy-egy terület sérülése különböző súlyosságú és típusú eltérést okozhat.

A numerikus megismerés fejlődésének négylépéses modellje (Von Aster és Shalev, 2007; idézi Jármí, 2013) a fentiekkel összhangban lehetséges magyarázata a Von Aster és mtsai (2007) által végzett kutatás alapján létrehozott altípusoknak:

- *tiszta fejlődési diszkalkulia*: az ún. területspecifikus magrendszer sérülése, genetikai okokkal a háttérben
- *komorbid fejlődési diszkalkulia*: a mentális számegyenes kiépüléséhez szükséges területáltalános képességek (nyelv, figyelem, munkamemória)

gyengesége, melynek következtében a számolási zavar mellé olvasási zavar vagy ADHD társul.

A modell szerint a veleszületett, genetikailag determinált magrendszer (elsődleges biológiai matematikai képességek) jelenti azt a preverbális reprezentációt, mely alapjául szolgál a mentális számegyenes kifejlődésének, játék és tanulási tevékenységek által megszerzett tapasztalatoktól függően, melyet befolyásol a vizuális-téri képességek, képzelet, a nyelv és a munkamemória fejlődése.

Ezt a minőségi átalakulást az ún. reprezentációs újrairás (Karmiloff-Smith, 2006) vagy az ún. számdetektorok újrahangolásának elmélete (Piazza, 2010) is magyarázhatja.

Hasonló megközelítést ad az ún. hozzáférés sérülése hipotézis (Roussel és Noël, 2007, De Smedt és Gilmore, 2011, Noël és Rousselle, 2011), mely a mennyiségi reprezentáció és a szimbolikus számreprezentáció összekapcsolásában, megfeleltetésében (jelentés) feltételez sérülést.

Passolunghi és Lanfranchi, 2012; Szűcs és mtsai, 2014; Szűcs, 2016 hangsúlyozzák, hogy a matematikai teljesítmény a kognitív képességek komplex hálózatának koordinált funkciójára épül. Fias és mtsai, 2013, Szűcs és mtsai (2014) és Szűcs (2016) arra hívják fel a figyelmet, hogy a kutatások nem csak egyetlen vagy néhány magyarázó tényezőre kell, hogy összpontosítsanak. „A „végrehajtó memóriefunkció centrikus” modellben (Szűcs és mtsai, 2014) egy komplex számfeldolgozó hálózat fontos csomópontjaiként a fonológiai feldolgozást, a szóbeli ismereteket, a visuo-térbeli rövidtávú munkamemóriát, a térbeli képességet és az általános végrehajtó működést határozták meg, mint komplex előrejelző területeket. A matematikai gyengeségek heterogenitása a fentiek figyelembe vételével egyértelmű: a kiterjedt feldolgozó hálózatok kisebb gyengeségei is megzavarhatják a matematikai teljesítményt.

A magyar szerzők közül Mesterházi Zsuzsa (1999) matematikai hibaelemzésekkel, valamint a gondolkodási képesség fejlesztésének és a matematikatanítás módszertanának kérdéseivel is foglalkozott. A diszkalkuliát

olyan matematikatanulási nehézségként azonosította, mely különböző intelligenciaszint mellett folytonos eredménytelenségben, vagy tartósan nagyon alacsony szintű teljesítményben mutatkozik meg – a matematika bármely témakörében. *Farkasné* (2007, 2008) viszont elkülöníti a szűk („matematikai tanulási zavar”) és a tág értelemben vett diszkalkuliát („matematikai tanulási nehézség”). Véleménye szerint a matematikai teljesítményben megjelenő, általános intelligenciaszintet nem érintő zavarról csak neurológiai, pszichológiai érintettség (strukturális, ill. funkcionális eltérés) esetén lehet szó, amely örökletes és/vagy szerzett sérülés eredménye. „A diszkalkulia megjelenésének formáját, méretét, kiterjedtségét a környezet nagymértékben befolyásolja, de nem képez oksági tényezőt (pl. családi szokások, fejlesztési módszerek)” (*Farkasné*, 2008. 211. o.).

Dékány Judit (1989, 1995) megfogalmazásában a diszkalkulia ép intelligenciaérték mellett olyan organikus hátterű, szint alatti teljesítmény, ahol az egyén a matematikában a tőle elvárt képességek szintje alatt kórosan elmarad. Ez lehet a motorikus, a perceptív funkciók területén létrejött károsodás következménye, nem egyszer a rövidtávú, szeriális emlékezet vagy a figyelem, a különböző gondolkodási műveletek (például analízis-szintézis, összehasonlítás, analógiás gondolkodás) végzésének nehezítettségével, leginkább azonban az absztrahálás súlyos zavarával, az elvont fogalmi emlékezés sérülésével, illetve a beszéd- és a nyelv eltérő fejlődésével magyarázható.

A modern magyar terminológia a gyógypedagógiában korábban használatos részképességzavar (POS, MCD) helyett specifikus tanulási zavar (jelen esetben a fejlődési diszkalkulia) kifejezést használja az angolszász területeken népszerű, az Egyesült Államokban a fogyatékos/képességzavarral küzdő személyek oktatását szabályzó törvényhez (Individuals with Disabilities Education Act: IDEA 2004) igazodva, melynek hátterében meghatározó a neurobiológiai eredet. Részletes áttekintést ad a kapcsolódó törvényi vonatkozások és az ún. sajátos nevelési igény (SNI) definíciójának változásairól *Lányiné* és

Kiss (2013) tanulmánya, mely a napjainkban is átalakuláson megy át. *Gerebenné Várbíró Katalin* a tanulási zavar értelmezésére vonatkozó összefoglaló tanulmányában a külföldi szakirodalmak mellett a hazai diagnosztikai és terápiás tapasztalatokon alapuló gyógypedagógiai-pszichológiai felfogást is ismerteti (*Gerebenné*, 2002).

A szakirodalom ismeretében és a diszkalkulia munkacsoport több évtizedes diagnosztikus és terápiás munkája során szerzett tapasztalata alapján megállapítható, hogy a diszkalkulia olyan tünetegyüttes, ahol az okok és a tünetek, azok együttjárása, valamint a zavar súlyossága igen változatos és egyedi képet mutathat (a számolás rendszereinek, ill. a kognitív bázis funkciók atipikus fejlődése folytán heterogén tünetcsoport). A fejlődési diszkalkulia hátterében meghatározó az absztrakt diszkrét, szemantikus reprezentáció (számmegértés, szám- és műveleti fogalom) érintettsége (*Mohai és Dékány*, 2012; *Csonkáné*, 2012).

A 2012-től 2016-ig terjedő időszakban végzett adatgyűjtés több mint ezer esetről, majd a feldolgozás 541 gyermeknél/tanulónál történt. A pszichometriai számítások – annak ellenére, hogy a teszt kritériumorientált jellegének megfelelően, célzottan kiválasztott alapvető matematikai fogalmakat, szám- és műveleti fogalmat, matematikai szövegértést és érvelést, valamint bázisfunkciókat mérő feladatokat tartalmaz, és az egyéni érési időt is figyelembe veszi – a Diszkalkulia munkacsoport tapasztalataival megegyező, az óvodai és alsó fokú oktatás, ill. pedagógusképzés tennivalóira vonatkozóan meghatározó konklúziókat mutató eredményeket hoztak. A kvantitatív értékelés alapján a gyermekek/tanulók teljesítménye korcsoportonként/osztályfokonként (10 féléves bontásban) 40%-ban mutatott súlyos, 70–80%-ban mérsékelt fokú alulteljesítést a matematikai képességek, készségek, ismeretek terén. Szignifikáns elmaradást a Pótlás, bontás, alpműveletek c. szubtesztben mértünk (*Rózsa*, 2015c). A kvalitatív értékelés alapján pl. a beiskolázás előtti nevelési év elején a nagycsoportos óvodás gyermekek 50%-a csupán egy, a Számlálás

c. szubtesztben teljesített életkorának megfelelően. A szociokulturális hátrány/matematikatanítási módszertani hiányosságok okozta alacsony teljesítmény kiküszöbölése sok gyermeknél – a dinamikus értékelés elve alapján – a megelőző korcsoportra/osztályfokra való ún. visszafordulás, ill. több ún. betanító feladat adásával vált lehetővé (Polgárdi és Dékány, m.a.).

A nyomkövető vizsgálatok feldolgozása (Polgárdi és Dékány, m.a.) és a diszkalkulia munkacsoport tagjainak több évtizedes terápiás tapasztalata alapján megállapítható, hogy a fejlesztésnek leginkább ellenálló fejlesztendő területek fejlődési diszkalkulia esetén: idői tájékozódás, becslés, helyiérték-fogalom magasabb számkörökben, számfogalmak (nem pusztán számköri ismeretek) kialakulása (absztrakció), alkalmazása és az aritmetikai tények előhívása (kis számkörben történő készségszintű pontos, elvont számolás), legfőképp a szemantikus elaboráció nehezítettsége következtében (Polgárdi és Dékány, m.a.).

A diszkalkulia altípusainak felállítása a külföldi és a hazai szakirodalom alapján egyaránt kérdéses. Fontos megjegyezni, hogy még az altípusok is időbeli változékonyságot mutathatnak az egyénen belül (Silver és mtsai, 1999). Ezért különös fontosságú a longitudinális vizsgálatok elvégzése, a munkacsoportunk tapasztalatával megegyezően a vizsgálati eredmények megismétlése és különböző időpontokban, a fejlődési diszkalkulia tartós fennállásának és a fejlődési diszkalkulia különböző javasolt altípusainak stabilitásának bizonyításához (Szűcs és Goswami, 2013).

1.2. A fejlődési diszkalkulia gyakorisága, komorbiditás, örökletesség

Az iskoláskorú gyermekek (többnyire 8–12 éves korosztály) körében a gyakorisági mutatók eltérést mutatnak. Ennek hátterében több körülmény, tényező húzódik meg: a vizsgálatok eltérő fejlettségű, gazdasági és szociokulturális sajátosságokkal rendelkező országokban történtek; többnyire csak városi iskolákban végeztek kutatásokat (mintavételi eltérések); különböző tesztekkel használtak, a kritériumok nem voltak egységesek, és a ki-

alakulatlan standard feltételek mellett felmerült még a vizsgálatvezető szubjektivitása is (Márkus, 1999, 2007).

Az első felmérések a fejlődési diszkalkuliát és a diszlexiát többnyire együtt vizsgálták. Egy ezres nagyságú populáción végzett vizsgálat (Gross-Tsur és mtsai, 1996, idézi Márkus, 1999) legfontosabb eredményei a következők voltak: a diszkalkulia gyakorisága a vizsgált populáció körében 6,5%-ot mutatott, a fiúk és a lányok azonos arányát tapasztalták. A diszkalkuliások 26%-ánál a tünetek ADHD-val társultak. A diszkalkulia és a diszlexia együttes előfordulása 17%-ban, a három tanulási zavar (diszkalkulia, diszlexia, diszgráfia) együttes előfordulását 7,5%-ban észlelték. A diszkalkulia gyakorisága hátrányosabb szociális körülmények között nagyobb volt. A diszkalkuliások elsőfokú rokonai között 10%-ban diszkalkuliát, 45%-ban egyéb tanulási zavart találtak.

Az eltérő tartalmú diagnosztikus eszközök alkalmazása és kritériumok megfogalmazása további arányeltolódást eredményez a gyakorisági értékekben. A DSM szerint a gyakoriság 1%. Egy norvég felmérés szerint pedig a „matematikatanulási képességzavar” a populáció 10,9%-át érinti (Ostad, 1998). Kritériumtól függ, de vélhetően 3-6% a diszkalkulia gyakorisági aránya az iskoláskorúak körében (Shalev és Gross-Tsur, 2001), hasonló az előfordulási arány, mint a többi tanulási zavar, hiperaktivitás vagy az ADHD esetében.

Devine és munkatársai (2013) tanulmányukban összefoglalják és elemzik az 1974 és 2011 között különböző országokban végzett gyakorisági vizsgálatokat. A különböző demográfiai vizsgálatokból származó prevalencia-becslések 1,3 és 10,3% közöttiek (az átlagos becslés 5–6%). Az eltérés egyrészt a kritériumok meghatározásának különbségében rejlik, pl. az IQ és a matematikajelzőszám diszrepanciája, vagy a matematikai károsodás súlyossága, avagy a fejlesztésnek való ellenállás, valamint a határértékek különbözőségében. A vizsgálatok attól függően is eltérnek, hogy támaszkodtak-e kontrollváltozókra, vagy, hogy a kontrollváltozókat egyáltalán figyelembe vették-e. A különböző mintákba tartozó

gyermekek szélsőséges változékonysága azt eredményezi, hogy nehéz összehasonlítani a kísérleti eredményeket. A tanulmány 1004 brit kisiskolás gyermek matematikai és olvasási teljesítményét elemezte, és ennek alapján 6%-ra teszik a fejlődési diszkalkulia arányát, a nemzetközi becslésekkel összhangban. A kutatók részletesen elemzik továbbá a nemek arányának kérdését, ami a múltbeli tanulmányokban nem volt konzisztens: a nemi különbségek pontos értékelése a matematikai teljesítményben és a fejlődési diszkalkuliában kérdéses. *Devine és mtsai* (2013) egyenlőnek találták a diszkalkuliás fiúk és a lányok arányát, összhangban egyes vizsgálatokkal (pl. *Koumoula és mtsai* 2004; *Lewis és mtsai*, 1994; *Mazzocco és Myers*, 2003).

A kutatók szerint egyúttal azonos matematikateljesítmény mellett a fiúknál nagyobb számban mérhető specifikus tanulási zavar előfordulása, valamint az iskolai tanulmányok végére a nemi arányok eltolódhatnak. Megjegyzik továbbá, hogy a matematikával kapcsolatos szorongás eltérő módon befolyásolhatja a lányok és fiúk matematikai teljesítményét (*Devine és mtsai*, 2012). Megerősítik, hogy a lányok és a fiúk különböznek a matematikához kapcsolódó motivációs, kognitív és érzelmi tényezők tekintetében: a matematikával kapcsolatos saját meggyőződéseik és érzelmeik különbözőképpen befolyásolhatják a lányok és fiúk teljesítményét (*Beilock és mtsai*, 2010).

Hazánkban pontos tudományos felmérésre épülő gyakoriság-meghatározást nem ismerünk.

A diszkalkuliához számos szomatikus, kognitív és emocionális állapot, betegség társulhat, amelyeket *Márkus* (2007, 2010) ismertet részletesen a külföldi és hazai szakirodalmak alapján.

A fejlődési diszkalkuliához gyakran társulnak zavarok, betegségek (*Márkus*, 2010).

A mentális diszfunkcióval (intellektuális képességzavarral) járó fejlődési zavarok jelentős részében a számolászavar valamely tünetegyüttes része. Ezen fejlődési zavarok háttere különböző eredetű lehet (*Márkus*, 2007).

Ilyen tünetegyüttesek: Fejlődési Gerstmann-szindróma, Williams-szindró-

ma, Fragilis X szindróma, Turner-szindróma, Down-szindróma, DiGeorge-szindróma (DGS), Örökletes anyagcserezavar (fenilketonuria), Velocardiofacialis szindróma (VCFS), Fejlődési jobb agyfélteke szindróma, Figyelemzavar hiperaktivitással.

A szakirodalmi adatok alapján elmondható, hogy a diszkalkulia megjelenése önmagában ritkább, mint a társuló zavarokkal együttjáró diszkalkulia. Kiemelt jelentőségű a figyelemzavar hiperaktivitással, amelyhez 30-80%-ban járul tanulási zavar. A diszkalkuliához az esetek egyharmadában ADHD is társul. Az ADHD és a diszkalkulia kettős diagnózisa háromszor gyakoribb, mint amikor az ADHD diszlexiával jár együtt. Az együttes előfordulás egyik oka a közös genetikai eredet lehet. A két zavar közös hátterét sok esetben a vizuospatialis motoros koordináció, a figyelem, a konstruktivitás, a téri feldolgozás elmaradó fejlődése adja (*Márkus*, 2007). A másik lehetséges magyarázat: egyidejűleg több idegrendszeri terület sérül, pl. az intraparietális sulcus és a prefrontális lebeny, mely által az analóg mennyiségrepresentáció mellett a központi végrehajtó rendszer érintettsége mutatkozik (*Rubinstein és Henrik*, 2009, idézi *Jármí*, 2013).

Egymásra épülő zavarként vagy másodlagos tünetként értelmezendő az, amikor az ADHD hátterében az elsődleges zavar az executív funkciók terén jelentkezik. Ennek következtében a szám- és műveletfogalom kevésbé érintett, a műveletvégzésben azonban a figyelmi problémák és a gyengébb munkamemória sok a tévesztés és az eljárási hiba, valamint jellemző lehet a perszeveráció, a szempontváltási nehézség, illetve a fluktuáló teljesítmény (*Márkus és mtsai*, 2001). Az alapp probléma gyógyszeres kezelésével javulás mutatkozik a végrehajtó funkciókhoz leginkább köthető matematikai feladatokban (*Rubinstein és mtsai*, 2008, idézi *Jármí*, 2013). *Szűcs és mtsai* (2013a, 2013b, 2014) és *Szűcs* (2016) többdimenziós kutatásokat végeztek a matematikatanulási problémák hátterében fennálló verbális és vizuális memória-folyamatok szerepének feltérképezésében.

A fejlődési diszkalkulia gyakran társul más tanulási problémával, különösen olvasási és

helyesírási problémákkal (*Manor és mtsai*, 2001). A fejlődési diszkalkulia és az egyéb tanulási zavarok etiológiája hasonló: genetikai eredet és/vagy az intrauterin, perinatális időszakban az idegrendszer fejlődését befolyásoló hatások. A generalista gének hipotézise (a matematikai képességeket meghatározó gének nagy része felelős az nyelvi képességek szintjéért is) a gének általános hatását feltételezi a tanulási képességekre, a kognitív profilban mutatkozó különbségek az eltérő környezeti hatásoknak köszönhetők (*Kovas és Plomin*, 2007). További szempontként merül fel az ún. neuronális újrahasznosítási kapacitás (mennyire képes egy bizonyos funkcióhoz köthető idegrendszeri hálózat átvenni egy új, hasonló feladatot) (*Dehaene*, 2004). Mindezek a számolás, olvasás-írás területspecifikus alapjaira világítanak rá (*Jármí*, 2013).

A diszkalkulia és a diszlexia együttes előfordulásának hátterében *Márkus* (2007, 2010) szerint közös genetikai tényezők is feltételezhetők. Mindkettőt szimbólumalkotási zavar is okozhatja (bizonytalanok vagy nehezen hozzáférhetők a szimbólumreprezentációk; az aritmetikai és az olvasási képesség egyaránt téri, szeriális feldolgozást is igényel; felmerül a vizuális alakzatfelismerés és a többjegyű számok számjegyeinek sorrendi feldolgozásának összefüggése is). *Devine és mtsai* (2013) valószínűsítik, hogy a számszimbólumok összehasonlítása szoros összefüggést mutat az olvasási teljesítményen belül a fonológiai dekódolással. Egy ikervizsgálat (*Light és DeFries*, 1995) eredményei arra utalnak, hogy a genetikai és a megosztott környezeti hatások hozzájárulnak az olvasási és a matematikai nehézségek komorbiditásához.

A fejlődési diszkalkuliához gyakran társul emocionális zavar (szorongás, depresszió), amely kapcsolódó figyelemzavar esetén súlyosbodhat (*Márkus*, 2007). *Ashcraft és Kirk* (2001) szerint a matematikai szorongás minden számmal kapcsolatos jelenségnél aktíválódhat. A matematikai félelem velejárója, hogy a munkamemória központi végrehajtó rendszerének kapacitása csökkenhet, ezáltal lelassul a feladatmegoldás, vagy pl. az idői

nyomás éppen a hibaszám megnövekedéséhez vezet (például, ha időre kell elvégezni a feladatot). Lányoknál a matematikai szorongás magasabb szintjét tapasztalták az általános és a középiskolákban (*Hill és mtsai*, 2016). *Devine és mtsai* (2017) a fejlődési diszkalkulia és a szorongás komorbiditásának vizsgálata során, 1757 általános iskolás (8–9 éves) és középiskolás (12–13 éves) tanulót felmérve a diszkalkuliások között kétszer nagyobb arányban (a lányok és fiúk számát tekintve a lányoknál nagyobb mértékben) mértek matematikai szorongást, mint a megfelelő matematikai teljesítménnyel bíró tanulóknál.

Carey és mtsai (2017) megbízható és érvényes eszközként dolgozták át a serdülőknél, felnőtteknél már jól bevált rövidített matematikai szorongási skálát (AMAS, *Hopko és mtsai*, 2003) 8–13 éves brit gyermekekre (AMAS), mely mind a tesztelési szorongástól, mind az általános szorongástól függetlenül mér.

A fejlődési diszkalkuliával magatartászavarok is együttjárhatnak (pl. agresszivitás és antiszociális magatartás), valamint gyakran észlelhetők enyhébb neurológiai tünetek (pl. szenzomotoros integrációs zavar).

Genetikai tényezők (*Kosc*, 1974; *Shalev és mtsai*, 2001) hatása mellett a kulturális és szülői attitűdök összeadódnak a családban (*Stevenson és mtsai*, 1993; *Shalev és mtsai*, 2001). A genetikai magyarázatok nem szolgáltatnak bizonyítékot izolált számspecifikus faktor öröklésére. Különböző alapvető kognitív képességek, mint például a teljes memóriakapacitás vagy a feldolgozási sebesség genetikai befolyás alatt állhatnak, melyek meghatározhatják a matematikai képességek fejlődését (*Szűcs és Goswami*, 2013).

Egy nagyméretű ikertanulmány (*Kovas és mtsai*, 2007) arra a következtetésre jutott, hogy mind a genetikai, mind a környezeti tényezők mérsékelten befolyásolják a matematikai eredményeket. A környezeti tényezők hatását vizsgálva a kutatók arra mutatnak rá, hogy az evolúció által biztosított, veleszületett mennyiségfeldolgozási képesség a különböző kultúrákban azonos, azaz a nemzetek, népcsoportok között nincs lényeges

különbség az elsődleges biológiai képességek tekintetében. A kultúrkörnyezet, az adott nemzet értékrendje, az oktatási forma, a számolási ismeretek gyakorlására fordított idő – mint biológiailag másodlagos komponensek – magyarázzák az országok, nagyobb népcsoportok közti különbséget az aritmetikai képességek tekintetében (Márkus, 2007).

2. A diszkalkulia diagnosztizálása

2.1. Problémák és új utak a diagnosztikában

A diszkalkulia diagnózisát alapvetően az intellektuális és a matematikai képességek speciális vizsgálatával és összevetésével állítják fel.

Hazánkban a Köznevelési törvény alapján a pedagógiai szakszolgálatok keretében jelenleg folyó diagnosztizálás a *BNO-10* (1995, 2004) és a *DSM-IV* (1994, 2001) nemzetközi osztályozó rendszerek kritériumai szerint történik. A fejlődési diszkalkulia diagnózisa azon diszkrepanciaállításon nyugszik, miszerint a numerikus ismeretek, képességek, készségek – az intellektuális teljesítményhez, relatíve az életkorhoz, illetve az osztályfokhoz viszonyítva – az átlagos szint alatt vannak.

A *BNO-10* (1995, 2004) alapján az aritmetikai készségek zavara (dyscalculia) a mentális és viselkedészavarok főcsoportján belül, az iskolai teljesítmények specifikus fejlődési rendellenessége körébe (F81) tartozik F81.2 kódszámmal, a következő meghatározással:

Az aritmetikai készségek károsodása nem magyarázható mentális retardációval vagy nem megfelelő oktatással. A zavar vonatkozik alapvető feladatokra, mint az összeadás, kivonás, szorzás és az osztás, és sokkal kevésbé érinti a sokkal absztraktabb feladatokat, mint az algebra, trigonometria, geometria vagy kalkulációk. A funkciózavar kezdete csecsemő- és gyermekkor közé esik. Háttérben funkciókárosodás vagy fejlődési késedelem áll. (*BNO*, 1995) A károsodás vagy a késés fokozatosan csökken, ahogy az egyén felnő, de felnőttkorban is észlelhető még enyhe elmaradás (deficit) (*BNO*, 1995).

Az iskolai készségek kevert zavara is elő-

fordul, amelyben az aritmetikai és az olvasási és/vagy (helyes)írási készségek is károsodnak (F81.3).

A fejlődési diszkalkulia meghatározása a *DSM-IV* (1994) szerint:

- A számolási képesség, egyénileg, standardizált tesztekkel vizsgálva, lényegesen alatta marad a személy biológiai kora, mért intelligenciája vagy a kor szerinti képzettség alapján elvárhatónak.
- Az előbbi zavar jelentősen kihat az iskolai teljesítményre vagy a számolási képességet igénylő mindennapi élettevékenységekre.
- Ha érzékelési deficit van jelen, a számolási nehézségek meghaladják az ahhoz rendszerint társuló zavar mértékét.

A diszkrepancia-modell kapcsán az alábbi problémák merülnek fel, a teljeség igénye nélkül:

Direkt összevethető-e az intellektuális és a matematikai teljesítmény (*Murphy és mtsai*, 2007)?

Torz eredményeket is kaphatunk, mivel más az elvárt teljesítmény, melyet a konfidencia intervallum is módosít. A legtöbb intelligenciatesztben több numerikus töltött feladatot (is) találunk, melynek gyengébb eredménye torzíthatja a diszkalkuliás gyermek összteljesítményét.

A diszkalkuliás, valamint a matematikatanulási nehézséggel küzdők és az általánosan gyengén teljesítők, valamint az intellektuális képességzavarral küzdők egyaránt alulteljesítenek a matematikai feladatokban. A jelentős eltérés meghatározásán alapuló modell a hátrányos helyzetű tanulók felülreprezentáltságát eredményezheti a tanulási zavart mutató tanulók körében (*Fejes és Szenczi*, 2010), ugyanakkor az alacsony társadalmi-gazdasági státuszú gyermekeknél a korai beavatkozások különösen fontosak (*Griffin*, 2007, idézi *Szücs és Goswami*, 2013).

Felmerül, hogyan határozhatjuk meg a kor szerinti matematikai készséget. A formális tanulás és a célzott fejlesztés során a gyermekek új információkat szereznek, változnak a stratégiáik, formálódnak, gazdagodnak reprezentációik (*Shalev és Gross-Tsur*, 2001) A fejlődés

időbeli változékonysága a diagnózis instabilitását vagy bizonytalanságát is eredményezheti. Az idézett tanulmányok szerint a diszkalkuliás gyermekek 50-60%-ánál tartósan fennáll az elmaradás (Shalev és mtsai, 1998; Silver, 1999), 95%-uk hosszú távú gyenge matematikai teljesítményt mutat (Shalev és mtsai, 1998, idézi Szűcs és Goswami, 2013). Előfordulhat az is, hogy a diszkalkuliás tüneteket mutató gyermek a következő évben jobb teljesítményt mutat, és meghaladhatja a diagnózis küszöbértékét. Ilyen esetekben az elmaradó teljesítmény nem egy központi és tartós kognitív károsodásra utal, hanem olyan átmeneti tényezőknek tulajdonítható, mint például az alacsony motiváció, negatív attitűd vagy az átmenetileg lassabb érési folyamat (Szűcs és Goswami, 2013). Ha osztályfokban mérjük az elmaradást (1–2 év), felmerül az a gond, hogy a fejlődés nem lineáris, ill. az elmaradás mértéke más minőséget, hangsúlyt jelent az egyes osztályfokokon.

A 2013-ban megjelent DSM-5 diagnosztikai vizsgálat zsebkönyve a korábbi változatokhoz képest Az idegrendszer fejlődési zavarai főcsoporton belül új megközelítésben tárgyalja a Specifikus tanulási zavarokat, mely átfogó diagnosztikus kategóriát jelent. A DSM-IV többtengelyű megközelítését egytengelyű elgondolás váltotta fel, kiegészítve a pszichoszociális és környezeti problémákkal, ill. a funkcionális károsodásra vonatkozó súlyossági értékeléssel. A leíró kategória – melyet közös fenomenológia és patológia alapján alakítottak ki – kiszélesítésének célja, hogy segítsen a pontosabb diagnózis felállításában, valamint a kezelési terv és a lehetséges kimenetek meghatározásában. A specifikus tanulási zavarok között jelöli a kategorizáció az olvasási zavart, az írásbeli kifejezőkészség zavarát és a számolási zavart. Közös ismérvként fogalmazza meg az alábbi négy diagnosztikus kritériumot, „mely a személyes élettörténet (fejlődési, egészségügyi, családi, oktatási), iskolai beszámoló és pszichoedukációs felmérés klinikai szintézisének alapul” (DSM-5, 2014. 100. o.).

„A) Nehézségek a tanulásban és az iskolai készségek használatában, melyek legalább 6 hónapja fennállnak, a célzott intervenciók el-

lenére, külön részletezve és példákkal leírva a területeket:

- Pontatlan vagy lassú és nehézkes olvasás (...)
- Nehézség az olvasott szöveg jelentésének megértésében (...)
- Nehézség a szavak betűzésében (...)
- Nehézség az írásbeli kifejezésben (...)
- A számok felfogásának, a számokkal kapcsolatos tények uralásának, a számolási készségnek a nehézsége (...)
- Nehézségek a matematikai érvelés, gondolkodás terén (...)

B) Az érintett készségek egyénileg, standardizált teljesítménytesztekkel és átfogó klinikai felméréssel vizsgálva, lényegesen és mennyiségileg meghatározhatóan elmaradnak az életkor szerint elvárthoz képest, és jelentős hatással vannak az iskolai és foglalkozásbeli teljesítményre vagy a mindennapi tevékenységekre...

C) A tanulási nehézségek az iskolai évek alatt kezdődnek, de nem teljesen válnak nyilvánvalóvá, amint az érintett iskolai készségekkel kapcsolatos követelmények meg nem haladják a személy korlátozott teljesítőképességét (pl. időkorlátos tesztek, hosszú, összetett beszámolók olvasása vagy írása szűk határidővel, rendkívül nehéz iskolai terhelés).

D) A tanulási nehézségeket nem magyarázza jobban intellektuális képességszavar, nem kezelt látás- vagy hallászavar, más mentális vagy neurológiai zavar, pszichoszociális hátrány, az iskolai instrukciók nyelvezetében való jártasság hiánya vagy nem megfelelő oktatói instrukciók.” (DSM-5, 2014. 98–102. o.)

A 315.1 (F81.2) specifikus tanulási zavar számolási zavarral: A számok felfogása, A számtani törvények megjegyzése, Pontos vagy folyékony számolás, Pontos matematikai érvelés zavarai- val azonosíthatók, a jelen súlyossági fokok meghatározásával (DSM-5, 2014. 102. o.):

„Enyhe: Van valamennyi nehézség a tanulási készségekben egy vagy két iskolával kapcsolatos területen, de elég enyhe ahhoz, hogy a személy megfelelő elhelyezés vagy támogató ellátás esetén képes kompenzálni vagy jól funkcionálni, különösen az iskolaévek alatt.

Mérsékelt súlyos: kifejezett nehézségek a tanulási készségekben egy vagy több iskolával kapcsolatos területen annyira, hogy a sze-

mély az iskolaév közben beiktatott intenzív és specializált oktatási időszakok nélkül nem képes a hatékony tanulásra. Szükséges lehet valamilyen mértékű elhelyezés vagy támogató ellátás az iskolában, munkahelyen vagy otthon töltött idő legalább egy részében ahhoz, hogy a személy képes legyen pontosan, hatékonyan végezni a tevékenységeket.

Súlyos: súlyos nehézségek a tanulási készségekben, amelyek számos iskolával kapcsolatos területet érintenek annyira, hogy a személy az iskolaév nagy részében zajló folyamatos, intenzív, egyénre szabott és specializált oktatás nélkül valószínűleg nem képes elsajátítani ezeket a készségeket. Számos megfelelő otthoni, iskolai vagy munkahelyi elhelyezés vagy ellátás ellenére sem biztos, hogy a személy minden tevékenységet hatékonyan el tud végezni.”

Összefoglalva tehát, jelentős nehézséget okoz, hogy a számolási zavarral rendelkező gyermekek csoportja rendkívül heterogén (multifaktoriális eredet), valamint a diszkalkulia gyakran együtt jár különböző eredetű teljesítményszavarokkal, melyek tüneti, viselkedési szinten összemosódnak, átfedés mutatkozik. Magyarországon komoly problémát jelent még a fogalmi tisztázatlanság a szakemberek körében (mit takar a zavar, a nehézség vagy az elmaradás). A mai napig nincs egyértelmű, konszenzuson alapuló, érvényes definíció. A terminológiai bizonytalanságot fokozzák hazánkban a többlétszolgáltatást igénylő gyermekek/tanulók változó jogszabályi kategóriái is (BTM, SNI), melyek tartalma nem pontosan meghatározott. Egyértelmű kritériumok és standardizált, jogtiszta, modern vizsgálóeljárások hiánya miatt a hazai diagnosztikus gyakorlatban sok szubjektív elem szerepelt (Csépe, 2008). A TÁMOP 3.4.2. B „Sajátos nevelési igényű gyerekek integrációja (Szakszolgálatok fejlesztése)” kiemelt projekt (Educatio Társadalmi Szolgáltató Nonprofit Kft.) keretében elkészült feltáró, igényfelmérő zárótanulmányok mindezekre részletesen rávilágítanak (Lányiné, 2014).

A diagnózis felállításában az aktuális állapotleírás mellett a deficitorientált diagnosztikus megközelítés helyett egyre jobban érvényesül, hogy fontos figyelembe venni a szociokulturális

feltételrendszert is, az élettörténet eseményeit, a referenciaszemélyek, azaz szülő és a (fejlesztő) pedagógus megítélését, jellemzését a gyermek/tanuló matematikai képességeit illetően. Információkat szükséges gyűjteni a gyermek/tanuló viselkedéséről, egyéb viszonyulásairól (feladat-tudat, motiváció, önértékelés, stb.) is (Lányiné és Takács, 2004, idézi Mohai, 2009; Gerebenné, 2004). A további segítségnyújtás lehetőségeit, mikéntjét meghatározza a vizsgált személy személyiségdinamikája és struktúrája (önattitűd, megküzdési stratégiák, frusztráció tolerancia stb.) is (Szabó és Mohai, 2004, idézi Mohai, 2009). Mindezek hozzájárulnak az árnyaltabb értelmezéshez.

Munkaközösségünk több évtizedes diagnosztikus és terápiás tapasztalatával megegyezően diagnosztikus szempontnak tekinthető az ún. fejlesztésnek való ellenállás is (Jármí, 2013): ha huzamosabb ideig (félév – egy év) tartó általános pedagógiai módszerekkel történő felzárkóztatás ellenére sem történik előrelépés a nehézségek felszámolásában, az a számolási zavar jele lehet, mely célzott beavatkozást igényel. A korai diagnosztizáláson alapuló prevenció és a folyamatos nyomonkövetés megtervezése az RtI (Response to Intervention)-modell, a tanulási zavarral küzdő tanulók azonosításának támogatásközpontú, újfajta megközelítése (Gresham 2002; Vaughn és Fuchs, 2003, idézi Fejes és Szenczi, 2010).

2.2. Diagnosztikai eszközök a nemzetközi gyakorlatban

A külföldi szakemberek más és más diagnosztikus eljárásokat alkalmaznak a matematikai képességek felmérésére. Ezen kívül iskolai felmérőkhöz hasonló feladatokat is használnak, melyekkel szemben jogos kritikaként fogalmazódik meg, hogy nem objektív mérőeljárások, valamint az, hogy a begyakorolt, túltanult folyamatokat és a hiányos oktatás hatását nem lehet kiszűrni általuk (Krajcsi, 2003, 2008, 2010).

A speciális tesztek a jellemző tüneteket vizsgálják. Többségük azonosságot mutat abban, hogy az iskolakezdést tekintve kritikus időszaknak a diagnosztizálás szempontjából, ill.

abban, hogy bázisképességeket is vizsgálnak (pl. vizuális percepció, munkamemória) és hibázást mérnek (könnyebben mérhető). Különböznek a reakcióidő mérésében, ez sok esetben pontosabb és megbízhatóbb (érzékenyebb) eredményt adhat (Krajcsi, 2008, 2010). Ugyanakkor kritikaként jelenik meg a gyógypedagógusok részéről (Mohai és Dékány, 2012), hogy az idői nyomás sok esetben frusztráló lehet, befolyásolhatja a teljesítményt.

3. A diszkalkulia kutatása Magyarországon

3.1. Matematikai képességvizsgáló eljárások

Magyarországon a diszkalkulia kutatásában jelentős szerepet képvisel Csépe Valéria kutatóprofesszor vezette MTA Pszichológiai Intézet Fejlődés-pszichofiziológia Csoportja, Márkus Attila, Krajcsi Attila (ELTE-PPK Kognitív Pszichológiai Tanszék Matematikai Megismerés Kutatócsoport) és Jármí Éva (MTA Pszichológiai Intézet Fejlődés-pszichofiziológia Csoport) pszichológusok. Tudományos munkájuk során matematikai képességeket vizsgáló eljárásokat dolgoztak és dolgoznak ki (Márkus, 2007; Jármí, 2013), ill. külföldi eljárást adaptáltak (Krajcsi és Hallgató, 2012; Igács, Janacsek és Krajcsi, 2006, 2008). Figyelemre méltó magyar kezdeményezés a matematikai szorongás diagnosztizálása és terápiás megközelítése terén Svraka Tamásné (FPSZ II. Kerületi Tagintézménye, ELTE TÓK) gyógypedagógus kutatómunkája (Svrakáné, 2017), valamint Farkasné Gönczi Rita (2014) (Dyscalculiaport munkacsoport) és Szabó Ottilia (Dyscalculine Fejlesztőcsoport) gyógypedagógusok szakmai tevékenysége.

3.2. ELTE GYOPSZ Diszkalkulia (Gyógy)pedagógiai Munkacsoport (jogutód: Diszkalkulia Kutatócsoport)

Támogató szakmai intézmények, szakemberek
A Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Tanárképző Főiskola Gyakorló Beszédjavító Intézetében Dékány Judit gyógypedagógus

vezetésével közel négy évtizede indult útjára a fejlődési diszkalkulia célzott kutatása. A kutatásokat leginkább az intézet napi gyakorlata indukálta, Dr. Palotás Gábor és Dr. Juhász Ágnes vezetésével: sok esetben volt tapasztalható, hogy a beszéd és a nyelv eltérő fejlődésére következményesen ráépült a matematikai képességek elmaradása. A tudomány fejlődésével egyre nyilvánvalóbbá vált, hogy komplex differenciáldiagnosztikára és terápiára van szükség a gyógypedagógia ezen területén is. A külföldi szakirodalmak összefoglalása alapján sor került a terápiás elvek és a fő terápiás területek meghatározására (Dékány, 1986). Ezzel egyidejűleg folyt a vizsgálat kidolgozása, majd publikálásra került a diszkalkuliaprevenciós vizsgálat és terápia (Dékány, 1989), elkészült Dékány Judit (1995) kézikönyve a diszkalkulia felismeréséhez és terápiájához. A diszkalkulia vizsgálata (Dékány és Juhász, 1999, 2007) óvodáskorú és iskoláskorú (1–4. osztályos) gyermekek számára a Logopédiai Vizsgálatok Kézikönyvében jelent meg. Ez utóbbit az egységes diagnosztizálási rendszer elemeként említi Farkasné Gönczi Rita (2007, 2008), a diagnózis és a terápia magyarországi gyakorlatának felmérése alapján. Krajcsi Attila több tanulmányában is nevesíti és összehasonlítja más vizsgálóeljárásokkal.

A gyógypedagógiai szemléletű vizsgálat alapját a diszkalkulia munkacsoport tagjainak hosszú évek diagnosztikus és terápiás munkájában felhalmozódott tapasztalatai nyújtották: a gyakorlat azt mutatta, hogy a fejlődési diszkalkulia feltűnő jelei sokszor már óvodás korban észrevehetőek, majd iskolás korban tanulási nehézségként/zavarként manifesztálódhatnak. A prevenciót tehát már óvodás korban kívánatos elkezdeni, és sokszor iskolás korban is elengedhetetlen a gyermek terápiás kezelése, fejlődésének nyomon követése. A kontrollvizsgálatok hosszú évek alatt bebizonyították, hogy az alapvető matematikai (számossággal, szám- és műveleti fogalommal) kapcsolatos képességek érintettsége az idősebb korosztályokban, sőt felnőtt korban is kimutatható. Ezt az MTA Pszichológiai Kutatóintézetével végzett fejlődés-pszichofiziológiai kutatások is alátámasztották (Soltész és mtsai, 2006). A

terápia hatékonyabb tervezését a diszkalkulia differenciáldiagnosztikájának fejlődése nagymértékben segíti (terápia-relevancia).

A diszkalkulia munkacsoport 2008-tól az ELTE Gyakorló Gyógypedagógiai és Logopédiai Szakszolgálat, Szakértői és Rehabilitációs Bizottság és Országos Gyógypedagógiai Szakmai Szolgáltató Intézetben (ELTE GYOSZI) Nagyné dr. Réz Ilona igazgató, majd az intézmény 2013/2014-es tanévben végbement átalakulásától (ELTE Gyakorló Országos Pedagógiai Szakszolgálat) dr. Mlinkó Renáta igazgató támogatásával működik. Tagjai a diszkalkulia diagnosztikájában és terápiájában magasan képzett szakemberek: szakvizsgázott óvodapedagógus, tanító, matematika szakos tanár, fejlesztőpedagógus, illetve különböző szakos gyógypedagógus és pszichológus végzettségű szakemberek, a legkülönbözőbb gyakorlati és klinikai helyszíneken szerzett tapasztalatokkal.

A munkához nagy segítséget nyújtottak a különböző köznevelési intézményekben, pedagógiai szakszolgálatokban dolgozó Kollégák, akik az egész ország területéről folyamatosan visszajelezték észrevételeiket, tapasztalataikat, javaslataikat. A munkacsoport tevékenységét segítette dr. Csépe Valéria (MTA Pszichológiai Kutatóintézet) és munkatársaival végzett közös kutatás (Soltész és mtsai, 2006), együttműködés dr. Jármí Évával (ELTE-PPK Iskolapszichológia Tanszék), dr. Soltész Fruzsinnával (University of Southampton) és dr. Szűcs Dénessel (University of Cambridge). A szakmai munkacsoportot dr. Márkus Attila neurológus, pszichiáter és dr. Krajcsi Attila pszichológus (ELTE-PPK Kognitív Pszichológiai Tanszék), dr. Mohai Katalin (ELTE GYFK) és Svraka Tamásné gyógypedagógus (ELTE-TÓK, FPSZ II. Kerületi Tagintézménye) támogatja.

3.3. Dékány–Juhász-féle vizsgáloélmény

Dékány Judit gyógypedagógus-logopédus nevéhez fűződik a diszkalkulia gyógypedagógiai vizsgáloélményének kidolgozása és széles körű elterjesztése Magyarországon (Márkus 2007, Krajcsi 2010, Farkasné 2007, 2008; Dékány

és Mohai, 2012). A vizsgálatot két korosztály számára dolgozta ki: óvodások (prevenációs vizsgálat) és kisiskolások (alsó tagozatos korosztály) számára. A klinikai gyakorlatban a felső tagozatosok és a középiskolások vizsgálatának is ez az alapja, kiegészítve a magasabb rendű matematikai ismeretek, műveletek, mértékegységek feladataival (törtek értelmezése, százalékszámítás, negatív számok, egyszerű egyenlet rendezése, praktikus ismeretek). Az egységes eljárás beméréséhez és publikálásához egyre több adat áll rendelkezésre.

Krajcsi (2003, 2008, 2010) a diszkalkulia diagnosztizálására alkalmas módszerek között elemzi és hasonlítja össze más külföldi eljárásokkal a Dékány Juhász-féle módszert, melynek bemért és átdolgozott változata a Diszkalkulia Pedagógia Vizsgálata.

Az eredeti Dékány–Juhász-féle vizsgálat a papír-ceruza tesztek közé sorolható, viszont az iskolai felmérőkhöz hasonló feladatoktól több tekintetben eltér. Egyrészt a diszkalkuliás gyermekek feladatmegoldásai során előforduló tipikus hibákból indul ki. Másrészt a módszer a számfogalom meglétét ragadja meg átfogó feladatsorokkal. A feladatok a gyermek életkorának és iskolai osztályának megfelelő nehézségűek. A számoláshoz köthető feladatok (számlálás, mennyiségi relációk, mennyiségállandóság, globális mennyiségfelismerés, helyi érték, számjegyek írása, olvasása, szóbeli és írásbeli alpműveletek leírása és elvégzése, szöveges feladatok, matematikai szabályok felismerése) megfelelő altesztjei összhangban vannak Dehaene (1992, 2003) hármas kódolás modelljével. Emellett szerepelnek Krajcsi (2010) szerint olyan feladatok is, amelyek gyakran problémásak a diszkalkuliások esetében, ám nem feltétlenül diagnosztizálják a diszkalkuliát, pl. a számisméltési feladat összevethető Baddeley (2001) munkamemória-modelljével. A feladatok között szerepel a téri viszonyok felfogásának vizsgálata is (tájékozódás), amely gyakran sérül a fejlődési diszkalkulia esetében, ám nem tekinthető legfőbb kritériumnak a diagnózis felállításakor.

Krajcsi (2010) szerint a Dékány–Juhász-féle vizsgálat kevésbé objektív, mivel a telje-

sítmény nem számszerűsíthető. A hibaelemzés szempontjai sok segítséget nyújtanak, de nem tartalmaznak objektív kritériumokat a diagnózis felállításához. Így a teszt jogos kritikája az is, hogy kérdéses lehet azon gyermekek objektív elkülönítése, akik a rossz oktatási módszer miatt alulteljesítenek vagy ügyesen kompenzálnak, esetleg teljesítményszorongás jellemzi őket. *Krajcsi* (2010) szerint a teszt feladatsora valószínűleg jó eszköze a diszkalkulia diagnosztizálásának megfelelően tapasztalt, szakértelemmel rendelkező diagnosztika kezében, de a kritériumok nem explicitek. Ez a probléma nem csak a hazai gyakorlatra jellemző, hanem a világ számos országában kutatás tárgya a megfelelő kritériumok kidolgozása és a megbízhatóbb, objektívabb diagnosztikus módszerek kidolgozása. *Krajcsi* (2003, 2008, 2010). A fent jelzett hátrány kiküszöbölését célozta meg a DPV kidolgozása, bemérése.

4. A Diszkalkulia Pedagógiai Vizsgálatáról

4.1. A Dékány–Juhász-féle vizsgáloélmény átmozgásának célja

A hazai diagnosztikai gyakorlatban is egyre inkább szükségszerűvé vált, hogy objektív kritériumokkal rendelkező, sztenderdizált pszichológiai, pedagógiai, gyógypedagógiai vizsgálatok álljanak rendelkezésre a gyakorló szakemberek számára (*Lányiné*, 2014). Ennek a jogos igénynek felel meg a DPV, mely korszerű vizsgáloélmény a Dékány–Juhász-féle diszkalkulia pedagógiai vizsgálat bemért és kritériumorientált változata. A részletes dokumentációval, értékeléssel és értelmezéssel ellátott mérőmódszer nem csak a gyakorlat, hanem a hazai kutatások számára is egységes keretet biztosíthat.

4.2. A DPV helye a komplex diagnosztikában

A teszt a specifikus tanulási zavarral (diszkalkuliával) küzdő gyermekek, tanulók szakértői vizsgálatának érvényes diagnosztikus protokolljában (*Nagyné és mtsai*, 2014) a komp-

lex (orvosi, pszichológiai/neuropszichológiai, pedagógiai/gyógypedagógiai) szükségletorientált állapotmegismerés egyik fontos eleme, rendszerbe foglalt speciális anamnézist tartalmazó kérdőívekkel (*Dékány és Mohai*, 2012). A megfelelő differenciáldiagnosztika érdekében a hazai diagnosztikus protokollt megújító javaslatok között szerepel a kiegészítő vizsgálatok körének bővítése is (*Dékány és Mohai*, 2012).

A DPV is követi szemléletében a komplex gyógypedagógiai-pszichodiagnosztika korszerű követelményeit, amelyeket *Lányiné dr. Engelmayer Ágnes* a gyógypedagógiai, pedagógiai állapotmegismerő vizsgálatokkal szemben támaszt (*Lányiné*, 2014. 46–47. o.):

- „A diagnosztizálás kifejezés helyett kerüljön alkalmazásra az állapotmegismerés (assessment) fogalom, mely képességek, tulajdonságok, készségek megismerését, mérését, becslését egyaránt magában foglalja, és szakít az orvosi jelentésű diagnózis fogalommal. Ez jelenti a nemzetközi gyakorlathoz történő igazodást. (...)
- Ne legyen defektusleltár, vizsgálja és tárja fel az egyénben rejlő erősségeket, pozitív tulajdonságokat, éppen maradt funkciókat. Ezek gyakran nem csak a kognitív képességekben és az ismeretekben nyilvánulnak meg, hanem a szociális kapcsolatok, az érzelmi élet, a motiváció területén. (...)
- Tekintse „vizsgálati eszköznek” a megfigyelést is (...). Egy állapotmegismerést szolgáló vizsgálat nem csak tesztelés!
- Vegye figyelembe az élettörténet eseményeit a vizsgálati eredmények értékelésekor. Tekintse az élettörténetet többnek, mint orvosi értelemben vett anamnézisnek.
- Vizsgálja tehát a gyermek szociális életének körülményeit, szociális réteghelyzetét, kötődéseit, életének pozitív vagy negatív élményeit, személyiségfejlődését segítő és a hátráltató körülményeket.
- A vizsgálati helyzeten kívül (...) támaszkodjon fontos referencia személyek írott vagy szóban közvetített beszámolóira.
- A diagnosztikus folyamat és az ennek nyomán készülő szakértői vélemény tartalmazza mind az egyéni állapotleírást, mind a diagnosztikai kategóriákba való besorolást, ha jelenleg ehhez

köti a hazai rendeletek világa a kedvezményekhez jutást.

- Szorgalmazza a diagnosztikus kategóriák felülvizsgálatát és a nemzetközi gyakorlattal való egyeztetést.
- Adjon lehetőséget a későbbi revízióra, hiszen az állapot változhat. Legyen képes a vizsgáló szakember a változásokat értelmezni.
- Legyen fejlesztésorientált, alapozza meg az egyéni nevelési, fejlesztési, rehabilitációs, terápiás terv kidolgozását. (...)
- A diagnosztikai feladatok ellátásnak az egyéni többlétszolgáltatásokhoz, kedvezményekhez való hozzáférést kell elsősorban szolgálnia, nem a címkézést és a kirekesztést. (...)

4.3. Korszerű elvárások érvényesülése, új elemek a DPV-ben

A kutatómunka első szakaszában a vizsgáló eljárást az objektív kritériumoknak megfelelően, a kognitív idegtudományi komplex modellekhez igazodva néhány feladatot kiegészítettünk, illetve újakat építettünk be a mérőeszköz elméleti alapjainak korszerűsítése jegyében

A magyar gyógypedagógiai vizsgáló eljárást (DPV) a munkacsoport a Belgiumban kidolgozott, eredetileg francia nyelvű 4-9 éves korú óvodás, ill. általános iskolás gyermekek számára készült TEDI-MATH teszt (*Van Nieuwenhoven és mtsai, 2001*) német változatával (*Kaufman és mtsai, 2008*) külön tanulmányban hasonlította össze. A DPV és a TEDI-MATH empirikus összevetését több tényező is gátolta. Mivel a TEDI-MATH normaorientált teszt és a módszer hazánkban nem adaptált, így kvalitatív jellegű összevetést alkalmaztunk, illetve több konkrét eset kapcsán tanulmányban mutattuk be (*Lázné és Dékány, 2016*) a két mérőeszköz hasonlóságait és eltéréseit. A TEDI-MATH mérőeljárást részletesen megvizsgálva a diszkalkulia munkacsoport arra a következtetésre jutott, hogy a DPV mérési tartománya szélesebb, hiszen dinamikus szemlélete következtében nem pusztán a diszkalkulia diagnózisára összpontosít, hanem a differenciáldiagnosztikához szükséges területekre és a

fejlesztési terv kidolgozásához szükséges elemekre is (*Rózsa, 2015a*).

A DPV validitásvizsgálata során elsőként a szubtesztek közötti, majd a WISC-IV intelligencia vizsgáló teszt (*Wechsler, 2003*) szubtesztjeivel való együttjárásokat vizsgáltuk meg. A DPV szubtesztek közötti korrelációs együtthatók a szakértői tapasztalatokat megerősítették. A WISC-IV és a DPV eredményei között eltérő összefüggések mutatkoztak (*Stoia, 2016*). A WISC-IV vagy a Woodcock Johnson Kognitív Képességek Tesztje (*Woodcock és mtsai, 2003*) eljárásokkal további méréseket folytatunk. A kutatómunka második szakaszának feladata a vizsgálóeljárás validálása.

Már fél éves életkor és óvodai vagy iskolai foglakozás is jelentős változást jelenthet a gyermek kognitív fejlődésében, ezért a gyermek/tanuló fejlettségi szintjéhez való jobb alkalmazkodás érdekében a vizsgálati mintát évenként bontottuk korcsoportokra, és ezen belül a félevenkénti fokozatok bontását használtuk fel a kvantitatív értékeléshez (összesen 10 életkornak/osztályfoknak megfelelő övezet).

A biológiaiailag elsődleges és másodlagos matematikai képességeket (*Geary, 1996*) egy-egyben kezelve figyelembe vettük az új/kísérleti tantervi előírásokat is. A teszt az osztályfok adott félévében elvárható új ismeretekről is tartalmaz feladatokat, amelyeket a pontozásnál figyelmen kívül hagyunk, a kvalitatív megállapításokat azonban a terápia tervezéséhez felhasználhatjuk.

A teszt megújítása során különös figyelmet kapott az egyértelmű, pontosan kidolgozott, gyógypedagógiai szemléletű kérdés-megfogalmazás. Szükség esetén az instrukció értelmezése a gyermek számára segítő-rávezető kérdésekkel is biztosított, azért, hogy az adott képességek, készségek, ismeretek mérése célzott legyen, megfeleljen az adekvát válaszkényszer-követelménynek. Ezáltal kiküszöbölhetővé vált a megértésből, nyelvi zavarból eredő hiba, valamint az adott feladat szempontjából irreleváns részképességek, folyamatok befolyásoló hatása is (*Krajcsi 2005; Krajcsi és mtsai 2007*). A gyermekek verbális fejlettségét figyelembe véve készült a pontozási kritérium,

ezért gyakran a válaszok jelentésére, az elvárt tartalomra helyeztük a hangsúlyt.

A korszerűsítés során az életkor(ok)hoz adekvátan igazodó és praktikus használatú komplex vizsgálócsomag készült:

Részletes és pontos, direkt tájékoztatást nyújt a szabályokról, utasításokról a vizsgálatvezető számára a korcsoportonként elkészített Vizsgálati útmutató, mely segíti az egységes és objektív tesztfelvételt. Pontosan tartalmazza – többek között – a feladatok felcserélhetőségének/felcserélésének, ill. a javasolt szünetek beiktatásának elveit (pl. kudarc, szorongás vagy fáradás okozta megtapadás esetében), továbbá az eszközhasználatot, a segítségadásokat, a javítási lehetőségeket, a motiváció formáját és a visszafordulás/folytatás eseteit. Az objektív pontozást elősegítik a példaválaszok, az elemzést pedig a részletes, konkrét példák.

A részletes és korszerű Vizsgálati űrlap és jegyzőkönyv (ún. hosszú űrlap) is korcsoportoknak megfelelően készült, a fő instrukciókat tartalmazza. Az űrlap vezetése során a vizsgálatvezető rögzíti a gyermek válaszait, és a megfigyelési szempontok alapján követi a gyermek teljesítményét (aláhúzza, bekarikázza stb.), valamint saját feljegyzéseket is készít. A teszt praktikusabbá tételéhez hozzájárul az űrlapok szimbólumokkal és színekkel struktúrált szerkesztettsége is. Rutinosabb vizsgálatvezetői felhasználást teszi lehetővé a Vizsgálati és pontozó űrlap, a hosszú űrlap és a Tipikus hibák **értékelő** táblázatainak egybeszerkesztett változata (ún. rövid űrlap), mely a könnyebb kezelhetőség érdekében készült a DPV felvételében **már gyakorlottabb** szakemberek számára.

A vizsgáló eljárás felvételéhez szükséges tárgyi eszközök (pl. modellek, Tesztfüzet stb.) is kidolgozásra, legyártásra kerültek. Az iskolások vizsgálóeljárásának Tesztfüzete elektronikusan érhető el, kinyomtatva vagy laptopon/tableten prezentálható (a bemérések során mindkét használati forma bevált, a mérési eredményeken nem módosított). A Tesztfüzet a bemutatás sorrendjében tartalmazza az összes képet, előrajzolt feladatot, feladatlapot, illetve több számfeladatot, számjegyet (néhány feladatnál a hozzátartozó

instrukcióval együtt), megkönnyítve a feladatok bemutatását.

„A diszkalkulia munkacsoport szándékosan szakított a teljesen számszerűsített és egyetlen mérőszámban kifejezett, igen gyakran stigmatizáló diszkalkulia index koncepcióval, helyette tágabb terület megragadását célozza. A DPV számos olyan területet is igyekszik megragadni, ami a matematikatanulási probléma differenciál-diagnózisának felállítása szempontjából szükséges, valamint a fejlesztési/kezelési terv kidolgozása, a terápia és a gyermek érdeklődésének és motivációjának fenntartása szempontjából alapvető.” (Rózsa, 2015c. 17. o.). A DPV ebből a nézőpontból teljesítményorientált mérőeljárás, hiszen az értékelés elsődleges célja a teljes körű állapotfelmérés, a személyiség egészének a megismerése és fejlesztése, ezért a DPV alapvetően a gyermek tevékenységre fókuszál. Nemcsak az elsajátított ismeretekre (leegyszerűsítve helyes vagy helytelen-e az eredmény), hanem a képességekre, készségekre, gondolkodási folyamatokra, viselkedésre, motivációra, stb. és az ezekben bekövetkező változásokra megfelelő súlyozással fókuszál. Ezért a diagnosztikus kategorizáció a tényleges objektív mutató (százalékos teljesítmény) és a minőségi mutatók értékelésének összhangjával történik. A fentiek értelmében tehát a DPV nem tekinthető klasszikus pszichometriai tesztnek, ahol a normák egyértelműen meghatározzák az eredményt, mivel a DPV egy kritériumorientált mérőeljárás, melyben a dinamikus szakértői értékelés is szerepet kap. Ezért a kvalitatív értékelési aspektusok a DPV képzés fontosságát is hangsúlyozzák, mely képzés biztosítja a DPV szakszerű és megbízható alkalmazását (Rózsa, 2015c). A tanfolyam lényeges elemei: 1. az alkalmazott mérőeszköz részletes bemutatása; az értékelés folyamatának és az alkalmazott kritériumoknak a megértése; az eredmények értelmezése, interpretációja (differenciáldiagnózis felállítása, vizsgálati vélemény készítése); terápiás, fejlesztési feladatok meghatározása.

Az Értékelő táblázatok a számszerű pontozást, a kvantitatív értékelést és a hibaelemzést, ill. a differenciál-diagnosztikát szolgáló kvalitatív értékelő részt integráltan tartalmazzák.

Az Értékelő táblázatokban az egyes szubtesztekhez, alpontokhoz, feladatcsoportokhoz tartozó Tipikus hibák táblázataiban a tudományos kutatások részletes elemzése és a több évtizedes diagnosztikus és terápiás tapasztalatok alapján a szakértő munkacsoportunk által felállított, az életkortól biztosan elvárható (tipikus fejlődés) és a tantervi követelmények által is meghatározott objektív kritériumok alapján, szakértői konszenzus során történő súlyozással ellátott pontszámmal szükséges értékelni az egyéni aktuális teljesítményt. Ezt követően az Értékelő táblázatok első oldalán lehet összesíteni a pontszámokat. Az egyes szubtesztekben/ alpontokban elért nyerspontokat százalékos teljesítménnyé alakítjuk (Nyerspontok–Teljesítményszázalék–Százalékpont). Az így kapott objektív mutatók, melyek alapját a jelen kutatás empirikus mintája alkotta, a gyermek matematikai teljesítményének egyéni mintázatát adja, az első Profilíven rajzolható meg. A DPV-százalékpont (%p) a diagnosztikus besorolás számszerűsített alapját adja.

A komplex értékelés további része a kvalitatív értékelés (Jellemző–Nem jellemző minősítés), melynek egységei:

- Minőségi értékelés (adott szubtesztek/ alpontok minőségi értékelései),
- A vizsgálatvezető megfigyelései (részletes megfigyelési szempontok) és Egyéb észrevételek (a vizsgálatvezető feljegyzései a megadott általános megfigyelési szempontok alapján).
- A kvalitatív értékelés területeit és szempontjait a Vizsgálati útmutatók és az Értékelő táblázatok korcsoportonként/osztályfokonként tartalmazzák. A kvalitatív eredményeket további két Profilíven összesítjük. A gyermekről megrajzolható profilívek alapján meghatározhatók a gyermek/tanuló erősségei és gyengeségei, melyek nem csupán a differenciál-diagnosztikához, hanem a célzott, egyénre szabott fejlesztési terv összeállításához is megfelelő támpontot nyújtanak.

A fentiek alapján felállított összetett teljesítménymutatók adják a további teljesítménysávokba való besorolás, státuszdiagnózis objektív alapját.

A komplex értékelés harmadik eleme a speciális anamnézis kérdőíveinek elemzése. Munkacsoportunk több évtizedes gyakorlati tapasztalatai alapján (Dékány és Juhász, 1999, 2007, Polgárdi, 2013) rendszerbe foglaltuk a speciális anamnézis szempontjait, valamint a vizsgálatához/kontrollvizsgálatához szükséges kérdéssorokat óvodás és iskolás korcsoportonként, szülő, pedagógus és fejlesztő szakember részére.

A vizsgálat során az általános anamnézist kiegészítjük a speciális anamnézissel, amely kimondottan a gyermek/tanuló tanulásban mutatkozó fejlődésére, szokásaira, jellemzőire kérdez rá, kiemelve a matematikai készségeket, a matematika tanulásában mutatkozó pozitívumokat és eltéréseket, az eddig kapott fejlesztéseket, azok gyakoriságát és formáját. Több nézőpontból (szülő, óvodapedagógus, tanító, fejlesztőpedagógus, terapeuta, korrepetitor) segít megismerni a gyermeket. A speciális anamnézis kérdéssorait a vizsgálatot megelőzően szükséges kitöltve bekérni a szülőtől, a gyermekkel foglalkozó pedagógusoktól (nyomtatott vagy elektronikus formában).

A gyermek a DPV-ben nyújtott teljesítményének értékelése történhet hagyományos (papíralapú) és digitális formában is.

A DPV diagnosztikus rendszere *Gerebenné* (2002) által összefoglalt komplex gyógyypedagógiai-pszichológiai állapotmegismerésen nyugvó, feltáró, differenciáló, fejlesztő és nyomonkövető folyamaton alapul: „A tanulási zavar jelenségének feltárását az adott probléma többsíkú megközelítése teszi lehetővé, ami — különböző pedagógiai és pszichológiai vizsgálóeljárások, diagnosztikus módszerek alkalmazása mellett — a jelenség-tünet-ok viszonyrendszerében való gondolkodást jelent. (...) A folyamatdiagnosztika lehetővé teszi a tanulási zavar többszintű, közelebbbről a teljesítmény- és a funkciószint, valamint a biológiai alap szintje mentén történő leírását” (*Gerebenné*, 2002. 241. o.).

A DPV felvétele során végzett részletes (gyógy)pedagógiai megfigyelések, a hiba-elemzések, a javasolt (neuro)pszichológiai, gyógyypedagógiai vizsgálatok és orvosi vizsgálatok, valamint az anamnesztikus adatok,

pedagógiai jellemzés(ek) és a füzetvizsgálat segítik hozzá a vizsgálót a megfelelő okok feltárásához. A komplex rendszerszemléletű diagnosztikai modellt (Gerebenné, 2004; Mohai, 2009) követve, a komplex szakértői vizsgálat, állapotfelmérés eredményeinek, megfigyeléseinek, ill. **összefüggéseinek** elemzése alapján – felülvizsgálat során a módszer-specifikus terápia, komplex ellátás eredményeképp a fejlődés mértékét is figyelembe véve – bio-pszicho-szociális viszonyítási keret (Gerebenné, 2004; Mohai, 2009; Lányiné, 2014) mentén hozható meg a megalapozott, tényekkel alátámasztott (evidence-based) szakmai döntés. Az USA-ból elterjedt oktatási tevékenységek ún. tudományosan megalapozott beavatkozások elvét magyarul Halász (2007) ismerteti, a magyar oktatási viszonyokat, lehetőségeket ezen a téren Csapó (2008) elemzi. A pedagógiai szakszolgálatok gyakorlatában használatos vizsgálati eszközök jogtisztaságával, sztenderdizáltságával, minőségével, valamint a fejlesztő eszközök és fejlesztő eljárások besorolásával kapcsolatos új elvárásokra Kapcsáné és Szító (2013), ill. Szító (2015) előadásai világítanak rá.

A DPV-Kézikönyv a többféle forrásból származó adatokat felhasználó megbízható szakmai döntés és a hatékony beavatkozásra vonatkozó javaslatétel érdekében tartalmazza az **összetett** mutatók alapján történő teljesítménysávokba való besorolást (státuszdiagnózis), az ezzel összefüggésben lévő differenciál-diagnosztikai nomenklatúra és a vonatkozó javaslatétel összefoglaló táblázatát (Diagnosztikus kategóriák), valamint a fejlődési diszkalkulia diagnosztikai kritériumának megállapítását (Diagnosztikai kritériumok).

4.4. A DPV elméleti alapja, főbb jellemzői és szemlélete

4.4.1. Elméleti alapok

A DPV mérőeljárás – a Dékány–Juhász-féle vizsgálatra épülve – a numerikus megismerés két fő kognitív idegtudományi modelljéhez (McCloskey, 1992; Dehaene 1992, 2003)

igazodik. Vizsgálja a belső reprezentáció elkülönülő hipotetikus rendszereit, az analóg mennyiségrendszert (összehasonlítás, közelítő számolás, becslés), az arab szám formátumot (arab számjegyek szimbolikus rendszere), a verbális rendszert (aritmetikai tények, pl. szorzótábla tárolása és előhívása), az alapvető kimeneti és bemeneti modalitásokat (számfeldolgozás, pl. a számok írása, olvasása). Kiemelt szempont a mérőeljárásban a számolási műveletek komponensei közül a számolási procedúrák (műveletvégzési eljárások) és a konceptuális tudás (aritmetikai szabályok és alapelvek, pl. felcserélhetőség, csoportosíthatóság, inverzitás) megfigyelése is. A vizsgálatban hangsúlyt kap továbbá a fő bázisfunkciók (Geary, 1996), a téri-vizuális és a központi végrehajtó rendszer (Krajcsi, 2005, Szűcs és mtsai, 2014), valamint a munkamémória (Baddeley, 2001; Szűcs és mtsai, 2014) és a nyelvi vonatkozások monitorozása is.

A vizsgálat fő célja a számfogalom (absztrakt, diszkrét szemantikus reprezentáció) és a műveleti fogalom állapotának felmérése, valamint a háttérben álló bázisfunkciók, rész képességek működésének feltérképezése. A hibaelemzés módszerével feltárára kerülnek a tipikus hibák (objektív kritériumok). A feladatsorok összeállítása, az utasítások megfogalmazása, a tudáselemek, készségek többszintű ellenőrzése, a részletes megfigyelési szempontok mind ezt a célt szolgálják.

4.4.2. Feladattípusok, feladatok jellege

A DPV több szubtesztből áll, amelyek további alpontokat/feladatcsoportokat tartalmaznak, megtartva az eredeti vizsgálati egységeket (Dékány és Juhász, 1999, 2007). Az alpontokon belül a feladatok száma eltérő. Az életkorok/osztályfokok szerint összeállított mérőanyagok feladattípusai analóg módon egymásra épülnek, az intézményi fokozatok növekedésével eltérő számú feladatokból állnak, jellegük is változik az életkori sajátosságokhoz igazítva. A szubtesztek kidolgozása mögött a munkacsoport sokéves fejlesztő munkája áll, amelyet számos gyakorlati tény támaszt alá. A fejlesztést, átdolgozást célzó kutatómunka során nem az volt az alapelv, hogy megfelelő

eloszlási mutatókkal rendelkező skálák jöjjenek létre, hanem olyan feladatok kidolgozása, amelyek jól különválasztják a számolási problémával küzdőket a tipikusan fejlődőktől, segítve a problémaazonosítást. Fontos megjegyezni, hogy a normális eloszlás sok hasonló feladat megkonstruálását igényli, ami a DPV felvételi idejét jelentősen megnövelte volna. „Ez a klinikai mintán történő alkalmazás során nem szerencsés, mert a fáradás, a motiválatlanság és a figyelmetlenségből fakadó hibázásokat nehéz különválasztani.” (Rózsa, 2015c. 10. o.)

Az egyes feladatok feleletalkotó jellegűek, aktív (verbális és/vagy cselekvéses és/vagy írásbeli) válaszadást igényelnek, nem teremtenek olyan helyzetet, ahol a gyerekek helytelen megoldásokkal (pl. feleletválasztásos kérdésekkel) találkozhatnak (gyógypedagógiai szemlélet). A megújított mérőeszköz némely feladatánál többféle elfogadható válasz is megjelenik.

A DPV számolási feladatai (nehezedő sorrendben) az egyéni algoritmikus műveleti szinteket, sorrendeket tárják fel. Ezen egyéni algoritmusok nem is mindig tudatosak a gyermek részéről – sokszor a vizsgáló számára sem látható, hogy milyen módon számol a gyermek. A vizsgálatvezetőnek viszont folyamatosan arra kell törekednie, hogy az elemi lépések sorrendjét, a számolási technikákat (procedúrákat), az elvonatkoztatás szintjét, a gondolkodási stratégiákat és a kompenzáló eljárásokat feltárja, rögzítse.

A vizsgálat közben a gyermek instrukciót kap arra, hogy hangosan gondolkodjon, bátran használja a megszokott számolási technikáit, eszközeit, fogalmazza meg a stratégiáját: hangosan számoljon be, mire gondol a feladat megoldása közben, mondja ki a konkrét számolásának, feladatmegoldásának menetét. Ennek során képet kaphatunk arról a tudásról is, melyet a metakogníció (magyarul Csíkos, 2016) jelent. A saját mentális folyamataink ismerete magában foglalja a problémamegoldás közben végrehajtott önszabályozó mechanizmusokat is (tervezési, nyomon követési és kontrollfolyamatok), azaz a saját tudás működtetésének a kontrollját (Flavell, 1971,

1979). Kutatások szerint a metakognitív készségek az általános intelligencia színvonalától viszonylag függetlenek (de Corte, 2001). A DPV-ben az erre irányuló kvantitatív változókka nehezen megragadható információkat a vizsgálatvezető folyamatosan feljegyzi. Ilyen értelemben a DPV nemcsak struktúra-, hanem eljárásorientált vizsgálati módszer is egyben. A diszkalkulia munkacsoport véleménye szerint alapvető, hogy mind a diagnosztika, mind a tanító, terapeuta szemlélete Ginsburg (1998) attitűdjét képviselje: képessé tegye önmagát és a gyermeket is arra, hogy hozzáférjen, megvizsgálja és megfogalmazza gondolkodási folyamatát azért, hogy „tökéletesítse azt”.

A DPV ily módon elkülönül más statikus vizsgáló eljárásoktól: az objektivitást célzó, sztenderd kérdések egyidejűleg a dinamikus értékelés jellemzőit (magyarul összefoglalja Bohács, 2010) is magában hordozzák, mely által a vizsgálatvezető a személyes jelenlétével több információt tud gyűjteni a gyermek gondolkodási folyamatairól, a metakognitív aspektusairól, a feladatmegoldást kísérő nem intellektuális faktorokról (pl. motiváció, frusztráció-tolerancia). A DPV ezzel összefüggésben strukturális elemzést nyújt, ezen belül is a válaszmintázatok elemzésével feltárhatók az egyéni képességprofilok hátterei. Ezzel nyílik lehetőség a feltárt szükségletekhez igazodó, hatékony intervenció megtervezésére. Ezáltal a DPV kliensközpontú mérőeljárás, mely a fejlesztés oldaláról közelíti meg a gyermek problémáit. A számítógépes teszteknel kevésbé van jelen humán mediáció, így szűkül a megfigyelési lehetőség a kvalitatív elemzéshez. A fentiekkel összefüggésben a diagnosztikus kör pontjait (problémaazonosítás, diagnózis, prognózis, fejlesztési javaslatok, kontrollvizsgálatok) a DPV azonos hangsúllyal kezeli (Polgárdi, 2015).

4.4.3. További gyógypedagógiai szemléletű vizsgálati alapelvek

A vizsgálat a különböző képességeket, készségeket, ismereteket különböző osztályfoknak megfelelő szakaszokban, az életkori és tantervi elvárásoknak megfelelő szinteken

méri fel. A DPV ötvözi a tudásszintmérés és a képességvizsgálat jellemzőit (Vidákovich, 2001; Bloom, 1956; Jukes és Dosaj, 2006). A tanulás folyamatában három szint épül egymásra: a ráismerés (megértés), a reprodukálás (pl. analógiák használata) és az alkalmazás szintje. A vizsgáló ennek érdekében meghatározott standard keretek között fokozatos, hierarchikus módon segíti a válaszadást, és bizonyos esetekben megmondja a helyes választ. (Polgárdi, 2015) Ennek felel meg a vizsgálat során a „taníthatóság próbája” (gyakorlási transzfer) és a reakcióidő-megfigyelés, melyek a DPV kiemelt jelentőségű gyógypedagógiai alapelvei. A DPV maximális teljesítményhatárait a tantervi elvárások jelölik ki, ennek ellenére a DPV nem normaorientált, hanem kritériumorientált vizsgálóeljárás, annak ismérveivel és pszichometriai jellemzőivel. „Mivel a kritériumorientált eljárás során a teljesítmények megítélése, minősítése nem a csoport eredményeihez viszonyítva történik, a hangsúly az elemzésben sem az életkorokra, évfolyamokra jellemző statisztikai paraméterek kiszámításán van. A legfontosabb ebben az esetben az egyéni teljesítmények és a megállapított kritérium eltéréseinek vizsgálata.” (Vidákovich, 2001. 323. o.)

Összefoglalva, a DPV komplex gyógypedagógiai-pszichológiai szemléletet tükröz: nem csak a diszkalkulia diagnosztizálását tűzi ki céljául, hanem a megfelelő terápia kiválasztásához és a pozitív terápiás környezet kialakításához szükséges erősségek meghatározásához is hasznos támpontokat ad, és nem utolsósorban a differenciál-diagnosztikát is segíti. Ezzel összefüggésben nem a kizárólagos számszerűsítést igyekszik elérni, hanem inkább egy kliensközpontú mérőeszköz tulajdonságait tartja szem előtt, ami sokkal inkább az egyedi sajátosságokra összpontosít, nem a normákhoz való összehasonlítás lehetőségére. A mérések során tehát az egyén van a középpontban, a különböző területeken elért eredmények értékelése az elvárt teljesítményhez, azaz tudományosan megalapozott és részletesen kidolgozott kritériumokhoz (a tipikus fejlődés jellemzői és tantervi követelmények alapján) és önmagához mérten történik (Ró-

zsa, 2015b). A méréssel lehetővé válik a gyermekek egyéni vagy kiscsoportos hatékony matematikai fejlesztésének és felzárkóztatásának megsegítése (intenzitás és tartalom kijelölése) a nevelési-oktatási intézményekben, útmutatás a fejlesztést végző szakember, valamint az óvodapedagógus és a tanító számára egyaránt – támogatva a tanulási problémával küzdő gyermekek, tanulók beilleszkedését, együttnevelését. Fontos megjegyezni, hogy ehhez nélkülözhetetlen az óvodában, majd az iskolában preventív és integrációs jelleggel a hatékonyan működő tanulásszervezési, módszertani, eszközbeli stb. változások alkalmazása, legfőképp a pedagógusok képzése, felkészítése a változtatások befogadására, valamint a folyamatos, problémaorientált továbbképzésük biztosítása. A Diszkalkulia Kutatócsoport ebben hosszú évek óta ebben aktív szerepet vállal.

4.5. Összefoglalás a Diszkalkulia Pedagógiai Vizsgálatáról (DPV)

A Diszkalkulia Pedagógiai Vizsgálata felhasználja a gyógypedagógia és a határtudományok legújabb ismereteit. A megújítás során a Dékány–Juhász-féle diszkalkulia pedagógiai vizsgálat feladatai kiegészültek a modern idegtudományi kutatások modelljei alapján. A vizsgálóeljárás megőrizve az eredeti mérőeljárás koncepcióját és alapelveit, ill. feladatcsoportjait, továbbra is struktúra- és eljárásorientált: felméri a gyermek szám- és műveletfogalmi szintjét, folyamatában elemzi a működésmódokat, valamint a meglévő, jól működő képességeket, azok színvonalát, amelyre építve célzottan tervezhető a fejlesztés – immáron objektív kritériumok és részletesen kidolgozott megfigyelési szempontok, valamint a speciális anamnézist tartalmazó kérdőívek alapján. A vizsgálat elvárt megfigyelési szempontjai közül a legfontosabbak a reakcióidő, a részletes hibaelemzés, valamint a taníthatóság. Mindezek továbbra is feltételezik az egyénközpontú (egyedi sajátosságokat és szükségleteket figyelembe vevő) motiváló és dinamikus vizsgálatvezetést, értékelést, mely nagyban tükrözi a szerzők, ill. a munkacsoport komplex gyógypedagógiai-pszichológiai szemléletét.

A fentiek alapján a DPV a következő feltételeknek tesz eleget: félévenkénti mérőanyagot tartalmaz, mely 10 életkori változatot biztosít analóg, egymásra épülő struktúrákkal. Objektív kritériumokat állít fel, megfelelően a NAT elvárásainak is, adekvát válaszkényszerkövetelményt támaszt és reakcióidő-megfigyelésre ad lehetőséget. Lehetővé teszi az egyéni teljesítmény háttérében meghúzódó rendszerek, ill. részképességek feltérképezését (részletes hibaelemzés). Átfogó kép felállítására ad módot a gyermek matematikai és kognitív képességeinek, készségeinek szintjéről, gondolkodási stratégiáiról, kompenzációs mechanizmusairól (egyéni teljesítményprofil). Segít elkülöníteni a diszkalkulia, illetve a matematikatanulási nehézség és a számolási gyengeség (ép övezetbe tartozó alacsonyabb intelligencia-szintnek megfelelő gyenge matematikai képességek) eseteit, valamint elősegíti az oktatási hibából, esetleg a környezeti hátrány okozta alulteljesítésből, lemaradásból keletkező problémák kizárását (tipikus és atipikus fejlődés elkülönítése). Az értékelés komplexitását a kvantitatív és a kvalitatív eredmények, valamint a speciális anamnézis kérdőívek elemzésének az összehangolása adja. Rendelkezik a terápia-relevancia és a folyamatdiagnózis ismérveivel.

Összegzésül elmondhatjuk, hogy a DPV egy sokoldalú és komplex kliens-centrikus mérőeljárás. Megbízható használata, valamint az elvárt dinamikus szakértői értékelés megfelelő képzést igényel.

4.6. Szakmai tervek, fejlesztési elgondolások

A DPV 1–2. óvodáskortól kezdve az iskoláskorú alsó tagozatos gyermekek vizsgálatát öleli fel, értékelése papíralapú, amelynek továbbfejlesztését tervezzük: Ehhez a továbbiakban a már meglévő diagnosztikus tapasztalataink további rendszerezése, adat-elemzések, szakértői döntést segítő fejlesztő-kutató munka, valamint a vizsgáló eljárás bemérésének még szélesebb körű kiterjesztése szükséges a felső tagozatos és a középiskolás korosztályra (DPV 3–4.). Pataki-Juhász Andreea (2016) szakdolgozat keretében a DPV 2.

adaptálási lehetőségeit kutatta mozgáskorlátozott kisiskolások körében. További célkitűzés a DPV 1–2. mérési adatainak gyűjtése más diagnosztikus kategóriába tartozó sajátos nevelési igényű gyermekeknél is. Ezen kívül fontos feladat bizonyos feladatcsoportok adaptálása előszűrés kidolgozása céljából, és digitális továbbfejlesztés az értékelés terén (értékelő szoftver).

Felhasznált irodalom

- Ansari, D. & Kramiloff-Smith, A. (2002): Atypical trajectories of number development: a neuroconstructivist perspective. *Trends in Cognitive Sciences*, **6.**, 12. sz., 511–516.
[https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(02\)02040-5](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(02)02040-5)
- Ashcraft, M. H. & Kirk, E. P. (2001): The relationships among working memory, math anxiety, and performance. *Journal of experimental psychology*. General, **130.**, 2. sz., 224–237.
<https://doi.org/10.1037/0096-3445.130.2.224>
- Ashkenazi, S., Rubinsten, O. & Henik A. (2009): Attention, automaticity, and developmental dyscalculia. *Neuropsychology*, **23.**, 4. sz., 535–540.
<https://doi.org/10.1037/a0015347>
- Baddeley, A. (2001): *Az emberi emlékezet*. Osiris Kiadó, Budapest.
- Blair, C. & Razza, R. P. (2007): Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development*, **78.**, 2. sz., 647–663.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01019.x>
- Beilock, S., L., Gunderson, E.A., Ramirez, G. & Levine, S. C. (2010): Female teachers' math anxiety affects girls' math achievement. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **107.**, 5. sz., 1860–1863.
<https://doi.org/10.1073/pnas.0910967107>
- Bloom, B. S. (1956): *Taxonomy of Educational Objectives: Cognitive Domain*. McKay, New York.
- BNO-10 (1995): *A betegségek és az egészséggel kapcsolatos problémák nemzetközi statisztikai osztályozása*. Tizedik revízió. Népjóléti Minisztérium, Budapest.
- BNO-10 Zsebkönyv (2004): *DSM-IV-TR meghatározásokkal*. Animula Kiadó, Budapest.

- Bohács Krisztina (2010): *A dinamikus értékelés*. Magyar Pedagógia, **110.**, 4. sz., 311–328.
URL: http://www.magyarpedagogia.hu/document/Bohacs_MP1104.pdf
- Bull, R. & Scerif, G. (2001): Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, **19.**, 3. sz., 273–293.
https://doi.org/10.1207/S15326942DN1903_3
- Butterworth, B. (2003): *Dyscalculia Screener*. Nelson Publishing Company Ltd., London.
- Carey, E., Hill F., Devine, A. & Szűcs, D. (2016): The chicken or the egg? The directions of the relationship between mathematics anxiety and mathematics performance. *Frontiers in Psychology*.
URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2015.01987/full>
- Carey, E., Hill, F., Devine, A. & Szűcs, D. (2017): The Modified Abbreviated Math Anxiety Scale: A Valid and Reliable Instrument for Use with Children, *Frontiers in Psychology*, **8.**, 11., 1–13.
URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2017.00011/full>
- Clearman, J., Klinger, V. & Szűcs, D. (2017): Visuospatial and verbal memory in mental arithmetic. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **70.**, 9. sz., 1837–1855.
URL: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1080/17470218.2016.1209534>
- Csapó Benő (1987): A kritérium-orientált értékelés. *Magyar Pedagógia*, **87.**, 3. sz., 247–266.
URL: http://www.edu.u-szeged.hu/~csapo/publ/1987_Csapo_kriteriumorientalt.pdf
- Csapó Benő (2002): *Az iskolai tudás*. Osiris Kiadó, Budapest.
URL: <http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tkt/iskolai-tudas-eloszo/index.html>
- Csapó Benő (2005): *Az előzetesen megszerzett tudás mérése és elismerése*. Kutatási Zárótanulmány, Nemzeti Felnőttképzési Intézet, Budapest.
URL: http://www.edu.u-szeged.hu/~csapo/publ/CSB_ElozetesTudas.pdf
- Csapó Benő (2008): *A tanulás és tanítás tudományos megalapozása*. In: Fazekas Károly, Köllő János és Varga Júlia (szerk.) *Zöld könyv a magyar közoktatás megújításáért*. Oktatás és Gyermekesély Kerekasztal Ecostat, Budapest, 327–233.
URL: <http://mek.oszk.hu/08200/08222/08222.pdf>
- Csépe Valéria (2008): *A különleges oktatást, nevelést és rehabilitációs célú fejlesztést igénylő (SNI) gyermekek ellátásának gyakorlata és a szükséges teendők*. In: Fazekas Károly, Köllő János és Varga Júlia (szerk.) *Zöld könyv a magyar közoktatás megújításáért*. Oktatás és Gyermekesély Kerekasztal Ecostat, Budapest, 139–165.
URL: <http://mek.oszk.hu/08200/08222/08222.pdf>
- Csikós Csaba (2006): Tudatosság és metakogníció viszonya. Az ezredforduló interdiszciplináris megközelítései. *Iskolakultúra*, **16.**, 12. sz., 69–82.
URL: <http://www.staff.u-szeged.hu/~csikoscs/publik/2006-12.pdf>
- Csonkáné Polgárdi Veronika (2012): Ismertető a Diszkalkulia Pedagógiai Vizsgálatáról óvodás és kisiskolás korú gyermekeknél (1. rész). A Dékány–Juhász-féle diszkalkulia pedagógiai vizsgálat sztenderdizált változata. *Gyógy-pedagógiai Szemle*, **40.**, 4. sz., 343–351.
URL: http://www.prae.hu/prae/gyosze.php?menu_id=102&jid=41&jaid=605
- Csonkáné Polgárdi Veronika és Dékány Judit (2013): Ismertető a Diszkalkulia Pedagógiai Vizsgálatáról óvodás és kisiskolás korú gyermekeknél (2. rész). A Dékány–Juhász-féle diszkalkulia pedagógiai vizsgálat sztenderdizált változata. *Gyógy-pedagógiai Szemle*, **41.**, 2. sz., 118–136.
URL: http://www.prae.hu/prae/gyosze.php?menu_id=102&jid=43&jaid=622
- De Corte, E. (2001): Az iskolai tanulás: legfrissebb eredmények és a legfontosabb tennivalók. *Magyar Pedagógia*, **101.**, 4. sz., 413–434.
- Dehaene, S. (1992): Varieties of numerical abilities. *Cognition*, **44.**, 1–2. sz. 1–42.
[https://doi.org/10.1016/0010-0277\(92\)90049-N](https://doi.org/10.1016/0010-0277(92)90049-N)
- Dehaene, S. (2003): *A számérzék. Miként alkotja meg az emberi elme a matematikát?* Osiris Kiadó, Budapest.
- Dehaene, S. (2004): *Evolution of human cortical circuits for reading and arithmetic: The "neuronal recycling" hypothesis*. In: Dehaene S, Duhamel, J.-R., Hauser, M. D. & Rizzolatti, M. (szerk.) *From monkey brain to human brain*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 133–158.
- Dehaene, S., Molko, N., Cohen, L. & Wilson, A. J. (2004): Arithmetic and the brain. *Current Opinions in Neurobiology*, **14.**, 2. sz., 218–224.
<https://doi.org/10.1016/j.conb.2004.03.008>

- Delazer, M., Girelli, L., Graná, A. & Domahs, F. (2003): Number processing and calculation. Normative data from healthy adults. *The clinical neuropsychologist*, **17.**, 3. sz., 331–350.
- DeLoache, J. S., (1995): Early symbolic understanding and use. In: Medin, D. (szerk.) *The psychology of learning and motivation*, Vol.33., Academic Press, New York, 65–114.
- Dékány Judit (1986): A dyscalculia irodalma. A terápia első szakasza. In: Ajtony Péter (szerk.) *Logopédia a gyakorlatban*. Tankönyvkiadó, Budapest, 129–138.
- Dékány Judit (1989): Dyscalculia prevenció. Vizsgálat és terápia. *Gyógypedagógiai Szemle*, **16.**, 3. sz., 203–212.
- Dékány Judit (1995): *Kézikönyv a diszkalkulia felismeréséhez és terápiájához*. Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Tanárképző Főiskola, Budapest.
- Dékány Judit és Juhász Ágnes (1999): A diszkalkulia vizsgálata. In: Juhász Ágnes (szerk.) *Logopédiai vizsgálatok kézikönyve*. Új Múza Kiadó, Budapest, 117–138.
- Dékány Judit és Juhász Ágnes (2007): A diszkalkulia vizsgálata. In: Juhász Ágnes (szerk.) *Logopédiai vizsgálatok kézikönyve*. Logopédia Kiadó, Budapest, 117–138.
- Dékány Judit és Mohai Katalin (2012): *A Diagnosztikai kézikönyv „Egyéb pszichés fejlődési zavarral küzdő gyermekek, tanulók komplex vizsgálatának diagnosztikus protokollja – Specifikus tanulási zavarok (írott nyelvhasználat zavarai, diszkalkulia)”* c. 9. fejezete. Készült a „Konceptió kialakítása a diagnosztikus ellátórendszer intézményi struktúrájának megújítására és koncepció kidolgozása diagnosztikus módszertani protokollok egységes, átfogó alkalmazására, valamint Diagnosztikai kézikönyv elkészítése” c. kutatási program keretében, az Educatio Társadalmi Szolgáltató Nonprofit Kft. megbízásából a „21. századi közoktatás – fejlesztés, koordináció” (TÁMOP-3.1.1-08/1-2008-0002) kiemelt projekt keretében.
- De Smedt, B. & Gilmore, C. (2011): Defective number module or impaired access? Numerical magnitude processing in first graders with mathematical difficulties. *Journal of Experimental Child Psychology*, **108.**, 2. sz., 278–292.
<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.09.003>
- Desoete, A. (2006): *Dyscalculia in Belgium: definition, prevalence, subtypes, comorbidity, and assessment*. Department of Experimental Clinical and Health Psychology, Ghent University, Ghent.
- Desoete, A. & Roeyers, H. (2002): Off-line metacognition. A domain-specific retardation in young children with learning disabilities? *Learning Disability Quarterly*. **25.**, 2. sz., 123–139.
- Desoete, A. & Roeyers, H. (2005): Cognitive skills in mathematical problem solving in Grade 3. *British Journal of Educational Psychology*, Vol. 75., 119–138.
<https://doi.org/10.1348/000709904X22287>
- Devine, A., Fawcett, K. Szűcs, D. & Dowker, A. (2012): Gender differences in mathematics anxiety and the relation to mathematics performance while controlling for test anxiety. *Behavioral and Brain Functions*. **8.**, 33. sz.
<https://doi.org/10.1186/1744-9081-8-33>
- Devine, A., Hill, F., Carey, E. & Szűcs, D. (2017): Cognitive and Emotional Math Problems Largely Dissociate: Prevalence of Developmental Dyscalculia and Mathematics Anxiety. *Journal of Educational Psychology*.
<http://dx.doi.org/10.1037/edu0000222>
- Devine, A., Soltész, F., Nobes, A., Goswami, U. & Szűcs, D. (2013): Gender differences in developmental dyscalculia depend on diagnostic criteria. *Learning and Instruction*, Vol. 27., 31–39.
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.02.004>
- A DSM-IV *Diagnosztikai kritériumai* (1994): Animula Kiadó, Budapest.
- DSM-IV (2001): *Text Revision. A DSM-IV módosított szövege*. Animula, Budapest.
- DSM-5. (2013): *Diagnostic and de corte Statistical Manual of Mental Disorders. Fifth. Edition*. American Psychiatric Association, APA, Washington, DC.
- DSM-5 (2014): *Referencia kézikönyv a DSM-5 diagnosztikai kritériumaihoz*. Oriold és Társai, Budapest.
- ELTE GYOSZI (GYOPSZ) Diszkalkulia munkaközössége (2017): *Kézikönyv a DPV alkalmazásához*. In: Dékány Judit (szerk.) *Alapismeretek a DPV-ről*. 1. MAPPA 1. fejezet, 1–64. Logopédia Kiadó, Budapest.
- Farkasné Gönczi Rita (2007): *A diszkalkulia fogalma a neurológia, a pszichológia és a gyógypedagógia aspektusából*. Szakdolgozat. ELTE BGGYFK, Budapest.

- Farkasné Gönczi Rita (2008): A diszkalkulia a gyógypedagógia és határtudományai aspektusából. *Gyógypedagógiai Szemle*, **36.**, 3.sz., 204–214.
URL: http://www.prae.hu/prae/gyosze.php?menu_id=102&jid=21&jaid=173
- Farkasné Gönczi Rita (2014): *A számolási zavarok területére kidolgozott, számítógép alapú, mesébe ágyazott diagnosztikus eszköz fejlesztésének bemutatása* In: Nagyházi Bernadette (szerk.) *Innováció a neveléstudomány elméleti és gyakorlati műhelyeiben*. Tanulmánykötet. Kaposvári Egyetem, Kaposvár (elektronikus kiadvány a TÁMOP 4.1.2.B.2-13/1. Pedagógusképzést segítő hálózatok továbbfejlesztése a Dél-Dunántúl régióban c. pályázat keretében), 20–28.
URL: http://trainingandpractice.hu/sites/default/files/egyeb_kotetek/INNOVACIO_TK_2014.pdf
- Fejes József Balázs és Szenczi Beáta (2010): Tanulási korlátok a magyar és amerikai szakirodalomban. *Gyógypedagógiai Szemle*, **38.**, 4. sz., 273–287.
URL: http://www.prae.hu/prae/content/gyosze/gyosze_2010_4.pdf
- Fias, F., Menon V. & Szűcs, D. (2013): Multiple components of developmental dyscalculia. *Trends in Neuroscience and Education*, **2.**, 2. sz., 43–47.
<https://doi.org/10.1016/j.tine.2013.06.006>
- Flavell, J. H. (1971): First discussant's comments: What is memory development the development of? *Human Development*, **14.**, 4. sz., 272–278.
- Flavell, J. H. (1979): Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, **34.**, 10. sz., 906–911.
<https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906>
- Geary, D. C. (1993): Mathematical disabilities – cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Psychological Bulletin*, **114.**, 2. sz., 345–362.
<https://doi.org/10.1037/0033-2909.114.2.345>
- Geary, D. C. (1996): *Biológia, kultúra és a nemzetek közti különbségek a matematikai képességekben*. In: Sternberg, R. J. & Ben-Zeev, T. (szerk.) *A matematikai gondolkodás természete*. 141–171. Vince Kiadó, Budapest.
- Geary, D. C. (2004): Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, **37.**, 1. sz., 4–15.
<https://doi.org/10.1177/00222194040370010201>
- Gerebenné Várbiro Katalin (2002): A tanulási zavar jelenségkörének gyógypedagógiai pszichológiai értelmezése. In: Zászkaliczky Péter (szerk.) *„... önmagában véve senki sem...” Tanulmányok a gyógypedagógiai pszichológia és határtudományai köréből Lányiné dr. Engelmayer Ágnes 65. születésnapjára*. 2. kiadás, ELTE Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Főiskolai Kar, Budapest, 216–245.
- Gerebenné Várbiro Katalin (2004): *Diagnosztika és gyógypedagógia* In: Gordosné Szabó A. (szerk.) *Gyógyító pedagógia-nevelés és terápia*. Medicina Könyvkiadó, Budapest, 87–104.
- Ginsburg, H. P. (1998): Toby matekja. In: Steinberg, R. J. & Ben-Zeev, T. (szerk.) *A matematikai gondolkodás természete*. Vince Kiadó, Budapest, 175–199.
- Gresham, F. M. (2002): Responsiveness to intervention: An alternative approach to the identification of learning disabilities. In: Bradley, R. Danielson, L. & Hallahan, D. P. (szerk.) *Identification of learning disabilities: Response to treatment*. Erlbaum, Mahwah, NJ, 467–519.
- Griffin (2007): Early intervention for children at risk of developing mathematical learning difficulties. In: Berch, D. B. & Mazzocco, M. M. (szerk.) *Why is math so hard for some children?: The nature and origins of mathematical learning difficulties and disabilities*. Brookes Publishing, Baltimore, 373–396.
- Gross-Tsur, V., Manor O. & Shalev, R. S. (1996): Developmental Dyscalculia: Prevalence and Demographic Features. *Developmental medicine and child neurology*, **38.**, 1. sz., 25–33.
- Halász Gábor (2007): *Tényekre alapozott oktatáspolitikai és oktatásfejlesztés*. Tanulmány a magyar miniszterelnök által összehívott Oktatási Kerekasztal titkárságának a megbízásából. URL: http://halaszg.ofi.hu/download/Evidence_based_study.pdf
- Espy, K.A., McDiarmid, M.M., Cwik, F., Stalets, M. M., Hamby, A. & Senn, T. E. (2004): The contribution of executive functions to emergent mathematic skills in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, **26.**, 1. sz., 465–486.
https://doi.org/10.1207/s15326942dn2601_6
- Hill, F., Irene C., Mammarella, I. C., Devine, A., Caviola, S., Passolunghi, M. C., Szűcs & D. (2016): Maths anxiety in primary

- and secondary school students: Gender differences, developmental changes and anxiety specificity. *Learning and Individual Differences*, **48.**, 45–53.
<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2016.02.006>
- Hopko, D. R., Mahadevan, R., Bare, R. L. & Hunt, M. K. (2003): The abbreviated math anxiety scale (AMAS). *Assessment*, **10.**, 2. sz., 178–182.
<https://doi.org/10.1177/1073191103010002008>
- IDEA (2004): <http://idea.ed.gov/>
- Igács János, Janacsek Karolina és Krajcsi Attila (2008): A Numerikus Feldolgozás és Számolás Teszt (NFSZT) magyar változata. *Magyar Pszichológiai Szemle*, **63.**, 4. sz., 633–649.
<https://doi.org/10.1556/MPSzle.63.2008.4.2>
- Jármí Éva (2012): Számolási képességek fejlődése óvodás és kisiskolás korban. *Pszichológia*, **32.**, 4 sz., 317–339.
<https://doi.org/10.1556/Pszicho.32.2012.4.2>
- Jármí Éva (2013): *Alapvető számolási képességek tipikus és atipikus fejlődése – a számolási zavar diagnosztikája*. Doktori (PhD) disszertáció. ELTE, Budapest.
- Kapcsáné Németi Júlia és Szitó Imre (2013): *Minőségi kritériumok és szakmai szabályozók a szakszolgálati munkában*. Előadás. Educatio NKft. TÁMOP 3.4.2.B. kiemelt projektjének 2013. 12. 10-én megtartott Műhelymunkája
- Kaufman, L. & Neuerk, H.-C. (2005): Numerical development: Current issues and future perspectives. *Psychology Science*, **42.**, 1. sz., 142–170.
- Kaufman L., Nuerk H. C., Graf, M., Krinzinger, H., Delazer, M. & Willmes, K. (2008): *TEDI-MATH*. Test zur Erfassung numerisch-rechnerischer Fertigkeiten vom Kindergarten bis zur 3. Klasse. Deutschsprachige Adaptation des Test Diagnostique des Compétences de Base en Mathématiques. (TEDI-MATH) von Marie-Pascale Noel, Jaques Grégoire und Catherine Van Nieuwenhoven. Verlag Hans Huber Hogrefe AG, Bern.
- Karmiloff-Smith, A. (2006): The tortuous route from genes to behavior: A neuroconstructivist approach. *Cognitive Affective & Behavioral Neuroscience*, **6.**, 1. sz., 9–17.
<https://doi.org/10.3758/CABN.6.1.9>
- Kosc, L. (1974): Developmental dyscalculia. *Journal of Learning Disabilities*, **7.**, 3. sz., 164–177.
<https://doi.org/10.1177/002221947400700309>
- Koontz, K. L. & Berch, D. B. (1996): Identifying simple numerical stimuli: processing inefficiencies exhibited by arithmetic learning disabled children. *Mathematical Cognition*, **2.**, 1. sz., 1–23.
<https://doi.org/10.1080/135467996387525>
- Koumoula, A., Tsiromi, V., Stamouli, V., Bardani, I., Siapati, S. & Graham, A. (2004): An epidemiological study of number processing and mental calculation in Greek school children. *Journal of Learning Disabilities*, **37.**, 5. sz., 377–388.
<https://doi.org/10.1177/00222194040370050201>
- Kovas, Y. & Plomin, R. (2007): Learning abilities and disabilities – Generalist genes, specialist environments. *Current Directions in Psychological Science*, **16.**, 5. sz., 284–288.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2007.00521.x>
- Krajcsi Attila (2003): Numerikus képességek. *Erdélyi Pszichológiai Szemle*, **4.**, 4. sz., 331–382.
- Krajcsi Attila (2005): Numerikus feladatok mögött meghúzódó elemi funkciók mérése a szelektív terhelés módszerével. *Magyar Pszichológiai Szemle*, **60.**, 4. sz., 457–478.
- Krajcsi Attila (2008): A numerikus képességek sérülései és a diagnózis nehézségei. *Pedagógusképzés*, **6.**, 1–2 tematikus szám: *A nevelés és az új idegtudomány*. 101–125.
- Krajcsi Attila (2010): A numerikus képességek zavarai és diagnózisuk. *Gyógy-pedagógiai Szemle*, **38.**, 2. sz., 93–113.
URL: http://www.prae.hu/prae/gyosze.php?menu_id=102&jid=32&jaid=468
- Krajcsi Attila és Hallgató Emese (2012): Fejlődési diszkalkulia diagnózisa felnőtteknél: Az Aritmetikai Kognitív Fejlődési Képességek teszt. *Gyógy-pedagógiai Szemle*, **40.**, 4. sz., 330–342.
- Krajcsi Attila, Racsmány Mihály, Igács János és Pléh Csaba (2007): *Fejlődési zavarok diagnózisa reakcióidő méréssel*. In: Racsmány Mihály (szerk.) *A fejlődés zavarai és vizsgálómódszerei. Neuropszichológiai diagnosztikai módszerek*. 210–239. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Krüll, K. E. (2000): *A diszkalkuliás (számolási-gyenge) gyerekek*. Akkord Kiadó, Budapest.
- Lányiné Engelmayer Ágnes (2014): Változásban a pszichológiai és gyógy-pedagógiai diagnosztika. *Neveléstudomány*, **3.**, 33–52.
URL: http://nevelstudomany.elte.hu/downloads/2014/nevelstudomany_2014_3_33-52.pdf

- Lányiné Engelmayer Ágnes és Kiss László (2013): *A (gyógy)pedagógiai vizsgálat fő elvei, gyakorlati kérdései és illeszkedése a komplex diagnosztikus folyamatba*. In: Zsoldos Márta (szerk.) *(Gyógy)pedagógiai diagnosztika és tanácsadás: Kézikönyv a nevelési tanácsadókban, szakértői és rehabilitációs bizottságokban végzett komplex vizsgálatokhoz*. Fogyatékos Személyek Esélyegyenlőségéért Közalapítvány. 1–38.
- Lányiné Engelmayer Ágnes és Takács Katalin (2004): „Nem csak a sérült képességeket kell vizsgálni, hanem azt az embert, aki ezeknek a hordozója...” A fogyatékos jelensége a pszichológiában. In: Zászkaliczky Péter és Verdes Tamás (szerk.) *A tágabb értelemben vett gyógypedagógia*. ELTE BGYPPFK, Budapest.
- Láz Csabáné és Dékány Judit (2016): A Diszkalkulia Pedagógiai Vizsgálat (DPV) és a Test Diagnostique des Compétences de Base en Mathéma (TEDI-MATH) gyógypedagógiai szempontú összehasonlítása (4. rész). *Gyógypedagógiai Szemle*, **44.**, 1. sz., 31–54.
URL: http://www.prae.hu/prae/gyosze.php?menu_id=102&jid=56&jaid=773
- Lewis, C., Hitch, G. J. & Walker P. (1994): The prevalence of specific arithmetic difficulties and specific reading difficulties in 9- to 10-year old boys and girls. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, **35.**, 2. sz., 283–292.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1994.tb01162.x>
- Light, J., G. & DeFries J., C. (1995): Comorbidity of Reading and Mathematics Disabilities. *Genetic and Environmental Etiologies*, **28.**, 2. sz., 96–106.
<https://doi.org/10.1177/002221949502800204>
- Manor, O., Shalev, R.S., Joseph & A., Gross-Tsur, V. (2001): Arithmetic skills in kindergarten children with developmental language disorders. *European Journal of Pediatric Neurology*, **5.**, 2. sz., 71–77.
<https://doi.org/10.1053/ejpn.2001.0468>
- Mazzocco, M. & Myers, G. (2003): Complexities in identifying and defining mathematics learning disability in the primary school-age years. *Annals of Dyslexia*, **53.**, 1. sz., 218–253.
<https://doi.org/10.1007/s11881-003-0011-7>
- Márkus Attila (1999): Számolási zavarok a neuropszichológia szemszögéből. *Fejlesztő Pedagógia, Különszám*, 151–163.
- Márkus Attila (2007): *Számok, számolás, számolászavarok*. Pro Die Kiadó, Budapest.
- Márkus Attila (2010): Számok, számolás, számolászavarok a kognitív neurológia megközelítésében. *Ideggyógyászati Szemle*, **63.**, 3–4. sz., 95–221.
- Márkus Attila, Tomasovszki László és Barczy Judit (2001): Diszkalkulia (Dyscalculia – DC) és a figyelemzavar-hiperaktivitás szindróma (Attention Deficit with Hyperactivity – ADHD). *Magyar Pszichológiai Szemle*, **55.**, 4. sz., 567–582.
<https://doi.org/10.1556/MPSzle.55.2000.4.14>
- McCloskey, M. (1992): Cognitive mechanisms in numerical processing: Evidence from acquired dyscalculia. *Cognition*, **44.**, 1–2. sz., 107–157.
[https://doi.org/10.1016/0010-0277\(92\)90052-J](https://doi.org/10.1016/0010-0277(92)90052-J)
- Mesterházi Zsuzsa (1999, szerk.): *Diszkalkuliáról – pedagógusoknak*. ELTE Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Főiskolai Kar, Budapest.
- Mesterházi Zsuzsa (1999): *A matematikai feladatmegoldások hibái*. In: Mesterházi Zsuzsa (szerk.) *Diszkalkuliáról – pedagógusoknak*. Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Tanárképző Főiskola, Budapest, 17–38.
- Miller, S. P. & Mercer, C. D. (1997): Educational aspects of mathematics disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, **30.**, 1. sz., 47–56.
<https://doi.org/10.1177/002221949703000104>
- Mohai Katalin (2009): A diagnosztika szerepe a sikeres fejlesztésben. *Gyógypedagógiai Szemle*, **37.**, 5. sz., 331–342.
URL: http://www.prae.hu/prae/gyosze.php?menu_id=102&jid=30&jaid=430
- Murphy, M. M., Mazzocco, M. M. M., Hanich, L.B. & Early M. C (2007): Cognitive characteristics of children with mathematics learning disability (MLD) vary as a function of the cutoff criterion used to define MLD. *Journal of Learning Disabilities*, **40.**, 5. sz., 458–478.
<https://doi.org/10.1177/00222194070400050901>
- Nagyné Réz Ilona, Csepregi András, Puhala Ildikó és Bozsikné Vig Marianna (2014): *A szakértői bizottsági tevékenység területére kifejlesztett protokoll*. Educatio Társadalmi Szolgáltató Nonprofit Kft. „Sajátos nevelési igényű gyerekek integrációja (Szakszolgálatok fejlesztése)” c. TÁMOP-3.4.2.B-12-2012-0001 projekt keretében.
- Noël, M. P. & Rouselle, L. (2011): Developmental changes in the profiles of dyscalculia: an explanation based on a double exact-and-approximate number representation model. *Frontiers in Human Neuroscience*, **5.**, 165.
URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3243900/>
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2011.00165>

- Nussbaum, A. M. (2013): *A DSM-5 diagnosztikai vizsgálat zsebkönyve*. Oriold és Társai, Budapest.
- Ostad, S. (1998): Comorbidity between mathematics and spelling difficulties. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, **23.**, 4. sz., 145–154.
<https://doi.org/10.1080/140154398434040>
- Passolunghi, M. C. & Lanfranchi, S. (2012): Domain-specific and domain-general precursors of mathematical achievement: A longitudinal study from kindergarten to first grade. *British Journal of Educational Psychology*, **82.**, 1. sz., 42–63.
<https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.2011.02039.x>
- Passolunghi, M. C. & Siegel, L. S. (2001): Short-term memory, working memory, and inhibitory control in children with difficulties in arithmetic problem solving. *Journal of Experimental Child Psychology*, **80.**, 1. sz., 44–57.
<https://doi.org/10.1006/jecp.2000.2626>
- Pataki-Juhász Andrea (2016): *Mozgáskorlátozott kisiskolások aritmetikai képességének, készségeinek diagnosztikus megközelíthetősége*. A Diszkalkulia Pedagógiai Vizsgálat 2. kipróbálásának tapasztalatai előszűrés kidolgozására. Szakdolgozat. ELTE Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Kar, Budapest.
- Piazza, M. (2010): Neurocognitive start-up tools for symbolic number representations. *Trends in Cognitive Sciences*, **14.**, 12. sz., 542–551.
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.09.008>
- Polgárdi Veronika (2013): Matematika szaktanári jellemzés (PMPSZ Szentendrei Tagintézménye helyi protokolljának anyaga).
- Polgárdi Veronika (2015): Ismertető a Diszkalkulia Pedagógiai Vizsgálatáról óvodás és kisiskolás korú gyermekeknél (3. rész). A Dékány–Juhász-féle diszkalkulia pedagógiai vizsgálat sztenderdizált változata. *Gyógypedagógiai Szemle*, **43.**, 4. sz., 35–48.
URL: http://www.prae.hu/prae/gyosze.php?menu_id=102&jid=52&jaid=723
- Polgárdi Veronika és Dékány Judit (m.a.): Iskolai matematikatanulási problémák besorolása, javaslatétel a DPV-ben.
- Rourke, B. P. (1993): Arithmetic disabilities, specific and otherwise: A neuropsychological perspective. *Journal of Learning Disabilities*, **26.**, 4. sz., 214–226.
<https://doi.org/10.1177/002221949302600402>
- Rousselle, L. & Noel, M. P. (2007): Basic numerical skills in children with mathematics learning disabilities: A comparison of symbolic vs non-symbolic number magnitude processing. *Cognition*, **102.**, 3. sz., 361–395.
<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2006.01.005>
- Rózsa Sándor (2015a): *Továbbfejlesztett módszertani felkészítési anyag* (Dékány-féle diszkalkulia-vizsgáló eszköz). „Diszkalkulia Pedagógiai Vizsgálat (Dékány-féle diszkalkulia-vizsgáló eszköz) sztenderdizálása, továbbfejlesztése és szakemberek felkészítése a tesztek használatára” című projekthez. Készült a „Sajátos nevelési igényű gyerekek integrációja (Szakszolgálatok fejlesztése)” (TÁMOP-3.4.2.B-12-2012-0001) c. pályázat keretében. OS Hungary Tesztfejlesztő Kft.
- Rózsa Sándor (2015b): *Résztanulmány a sztenderdizálás tapasztalatairól és a korrekciós és továbbfejlesztési javaslatokról* (Dékány-féle diszkalkulia-vizsgáló eszköz). „Diszkalkulia Pedagógiai Vizsgálat (Dékány-féle diszkalkulia-vizsgáló eszköz) sztenderdizálása, továbbfejlesztése és szakemberek felkészítése a tesztek használatára” című projekthez. Készült a „Sajátos nevelési igényű gyerekek integrációja (Szakszolgálatok fejlesztése)” (TÁMOP-3.4.2.B-12-2012-0001) c. pályázat keretében. OS Hungary Tesztfejlesztő Kft.
- Rózsa Sándor (2015c): *Összefoglaló Kutatási jelentés* (Dékány-féle diszkalkulia-vizsgáló eszköz). „Diszkalkulia Pedagógiai Vizsgálat (Dékány-féle diszkalkulia-vizsgáló eszköz) sztenderdizálása, továbbfejlesztése és szakemberek felkészítése a tesztek használatára” című projekthez. Készült a „Sajátos nevelési igényű gyerekek integrációja (Szakszolgálatok fejlesztése)” (TÁMOP-3.4.2.B-12-2012-0001) c. pályázat keretében. OS Hungary Tesztfejlesztő Kft.
- Rubinsten, O., Bedard, A. & Tannock, R. (2008): Methylphenidate has differential effects on numerical abilities in ADHD children with and without co-morbid mathematical difficulties. *Open Psychology Journal*, **1.**, 11–17.
URL: <https://benthamopen.com/contents/pdf/TOPSYJ/TOPSYJ-1-11.pdf>
<https://doi.org/10.2174/1874350100801010011>
- Rubinsten, O. & Henik, A. (2009): Developmental Dyscalculia: heterogeneity might not mean different mechanisms. *Trends in Cognitive Sciences*, **13.**, 2. sz., 92–99.
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.11.002>

- Seth, A. K., Baars, B. J. & Edelman, D. B. (2005): Criteria for consciousness in humans and other mammals. *Consciousness and Cognition*, **14.**, 1. sz., 119–139.
<https://doi.org/10.1016/j.concog.2004.08.006>
- Shalev, R. S. & Gross-Tsur, V. (2001): Developmental dyscalculia. *Pediatric Neurology*, **24.**, 5. sz., 337–342.
[https://doi.org/10.1016/S0887-8994\(00\)00258-7](https://doi.org/10.1016/S0887-8994(00)00258-7)
- Shalev, R., S., Manor, O., Auerbach, J. & Gross-Tsur V. (1998): Persistence of developmental dyscalculia: what counts? Results from a 3-year prospective follow-up study. *The Journal of Pediatrics*, **133.**, 3. sz., 358–362.
- Silver, C. H., Pennett, D. L., Black, J. L., Fair, G. W. & Blaise, R. R. (1999): Stability of arithmetic disability subtypes. *Journal of Learning Disabilities*, **32.**, 2. sz., 108–119.
<https://doi.org/10.1177/002221949903200202>
- Soltész Fruzsina, Szűcs Dénes és Csépe Valéria (2006): A fejlődési diszkalkulia viselkedés és elektrofiziológiai vizsgálata. In: Kubinyi Enikő és Miklósi Ádám (szerk.) *Megismerésünk korlátai*. Gondolat Kiadó, Budapest, 217–227.
- Soltész, F., Szűcs, D. & Szűcs, L. (2010): Relationships between magnitude representation, counting and memory in 4- to 7-year-old children: a developmental study. *Behavioural and Brain Functions*, **6.**, 13. sz.
URL: <https://behavioralandbrainfunctions.biomedcentral.com/articles/10.1186/744-9081-6-13>
- Stevenson, H. W., Chen, C. & Lee S.Y. (1993): Mathematics achievement of Chinese, Japanese, and American children: ten years later. *Science*, **259.**, 5091. sz., 53–58.
<https://doi.org/10.1126/science.8418494>
- Stoia Ildikó (2016): *A diszkalkulia veszélyeztettségének feltárása a WISC-IV tesztel.* Szakdolgozat. ELTE Pedagógiai és Pszichológiai Kar Tanácsadó Szakpszichológus Képzés.
- Svraka Tamásné (2017): Matematikai szorongás és teljesítmény összefüggés vizsgálata az általános iskola 6. évfolyamán In: Kerülő Judit, Jenei Teréz és Gyarmati Imre (szerk): XVII. Országos Neveléstudományi Konferencia. Program és Absztrakt kötet, MTA Pedagógiai Tudományos Bizottság, Nyíregyházi Egyetem. 565.
URL: http://onk2017.hu/wp-content/uploads/2017/11/ONK_20171127.pdf
- Swanson, H., L. (2011): Working memory, attention, and mathematical problem solving: a longitudinal study of elementary school children. *Journal of Educational Psychology*, **103.**, 4. sz., 821–837.
<https://doi.org/10.1037/a0025114>
- Swanson, H. L. & Sachse-Lee, C. (2001): Mathematical problem solving and working memory in children with learning disabilities: both executive and phonological processes are important. *Journal of Experimental Child Psychology*, **79.**, 3. sz., 294–321.
<https://doi.org/10.1006/jecp.2000.2587>
- Szabó Ildikó és Mohai Katalin (2004): *A gyógypedagógiai pszichodiagnosztika megalapozó és integráló szerepe a gyógypedagógiai ismeretrendszerben.* Tudomány napja konferenciaelőadás „Kihívások és válaszok a gyógypedagógiai pszichológiában” – Illyés Gyuláné dr. Kozmutza Flóra születésének 100 éves évfordulója alkalmából.
- Szító Imre (2015): *Tényekre alapozott (evidence-based) fejlesztő eljárásokkal végzett szakmai tevékenység a pedagógiai szakszolgálatokban,* előadás, Utak-lehetőségek, Educatio NKft. TÁMOP 3.4.2.B. kiemelt projektjének záró konferenciája, Eger.
- Szűcs, D (2016): Subtypes and comorbidity in mathematical learning disabilities: Multidimensional study of verbal and visual memory processes is key to understanding In: Cappelletti, M., Fias, W. (szerk.) *Progress in Brain Research. The Mathematical Brain Across the Lifespan*, **227**, 277–304.
URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S007961231630053X>
- Szűcs, D. & Goswami, U. (2013): Developmental dyscalculia: Fresh perspectives. *Trends in Neuroscience and Education*, **2.**, 2. sz., 33–37.
<https://doi.org/10.1016/j.tine.2013.06.004>
- Szűcs, D., Devine, A., Soltész F., Nobes, A. & Gabriel, F. C. (2013a): Developmental dyscalculia is related to visuo-spatial memory and inhibition impairment. *Cortex*, **49.**, 10. sz., 2674–3688.
- Szűcs, D., Nobes, A., Devine, A., Gabriel, F. & Gebuis, T. (2013b): Visual stimulus parameters seriously compromise non-symbolic number comparison differences between adults and children. *Frontiers in Psychology*, **4.**, 444.
URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3715731/>
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00444>
- Szűcs D., Devine, A., Soltész F., Nobes, A. & Gabriel, F. (2014): Cognitive components

- of a mathematical processing network in 9-year-old children. *Developmental Science*, **17.**, 4. sz., 506–524.
<https://doi.org/10.1111/desc.12144>
- Szűcs, D. & Myers, T. (2016): A critical analysis of design, facts, bias and inference in the approximate number system training literature: A systematic review. *Trends in Neuroscience and Education*, **6.**, 187–203.
URL:https://www.researchgate.net/publication/311158820_A_critical_analysis_of_design_facts_bias_and_inference_in_the_approximate_number_system_training_literature_A_systematic_review
<https://doi.org/10.1016/j.tine.2016.11.002>
- Temple, C. M. (1991): Procedural Dyscalculia and Number Fact Dyscalculia: Double Dissociation in Developmental Dyscalculia. *Cognitive Neuropsychology*, **8.**, 2. sz., 155–176.
<https://doi.org/10.1080/02643299108253370>
- Van Nieuwenhoven, C., Grégoire, J. & Noël, M. (2001): *Le TEDI-MATH. Test Diagnostique des compétences de base en mathématiques*. ECPA, Paris.
- Vaughn, S., Fuchs, L. S. (2003): Redefining learning disabilities as inadequate response to instruction: the promise and potential problems. *Learning Disabilities Research & Practice*, **18.**, 3. sz., 137–146.
<https://doi.org/10.1111/1540-5826.00070>
- Vidákovich Tibor (2001): *Diagnosztikus tudás-szint- és képességvizsgálatok*. In: Csapó Benő és Vidákovich Tibor (szerk.) *Neveléstudomány az ezredfordulón*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 314–327.
- Von Aster, M. G. (2000): Developmental cognitive neuropsychology of number processing and calculation: varieties of developmental dyscalculia. *European Child and Adolescent Psychiatry*, **9.**, 2. sz., 41–57.
<https://doi.org/10.1007/s007870070008>
- Von Aster, M. G. (2001): *Die Neuropsychologische Testbatterie für Zahlenverarbeitung und Rechnen bei Kindern (ZAREKI)*. Swets & Zeitlinger, Swets Test Services, Lisse, Frankfurt.
- Von Aster, M. & Shalev, R. (2007): Number development and developmental dyscalculia. *Developmental Medicine and Child Neurology*, **49.**, 11. sz., 868–873.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2007.00868.x>
- Von Aster, M. G., Wienhold Zulauf, M. & Horn, R. (2006): *Neuropsychologische Testbatterie für Zahlenverarbeitung und Rechnen bei Kindern (ZAREKI-R)*. Harcourt Test Services, Frankfurt am Main.
- Wechsler, D. (2003): *WISC-IV – Wechsler Intelligence Scale For Children – Fourth edition*. Magyar adaptáció: Nagyné Réz Ilona, Lányiné Engelmayer Ágnes, Kuncz Eszter, Mészáros Andrea, Mlinkó Renáta (2008): *WISC-IV – Kézikönyv*. Wechsler gyermek-intelligenciateszt IV. kiadás. OS Hungary Tesztfejlesztő Kft., Budapest.
- Wechsler, D. (2003): *WISC-IV – Technikai és értelmező kézikönyv*. Magyar adaptáció: Nagyné Réz Ilona, Lányiné Engelmayer Ágnes, Kuncz Eszter, Mészáros Andrea, Mlinkó Renáta (2008) OS Hungary Tesztfejlesztő Kft., Budapest.
- Woodcock, R. W., McGrew, K. S. & Matrer, N. (2003): *Woodcock-Johnson Kognitív Képességek Tesztje*. Magyar Nyelvű Nemzetközi Kiadás. The Woodcock-Munoz Foundation, Nashville.

Elements for the Pedagogical Assessment of Dyscalculia

The Pedagogical Assessment of Dyscalculia (PAD) is a special educational testing method. It is the renewed version of the Dékány–Juhász method devised by the team of dyscalculia experts from ELTE GYOSZI (Special Educational Service of Eötvös Loránd University). It is also based on the findings of current neuropsychological researches. The concept of PAD is based on the assumption that the numeric and other non-mathematical-specific systems (partial abilities) which is a part of calculation may indicate dysfunction in different ways and on different levels. The tasks in the test are aligned with the developmental stages matching the given age of the child. By relying on the method of error analysis and on the use of objective criteria, the overall results indicate those typical mistakes which are indicative of the dyscalculia. It also provides eventuality for further inspections of other partial abilities and the cognitive compensatory strategies. The individual tests may provide the possibility of differentiating between the developmental dyscalculia (serious learning disability) and learning difficulties and other possible issues. As a result of this it becomes possible to create an individual development plan (therapy).

Keywords: *numeric systems, partial abilities, differential diagnosis, special education approach, relevance of therapy*

Polgárdi Veronika, Láz Csabáné és Dékány Judit (2018): Alapismeretek a Diszkalkulia Pedagógiai Vizsgálatáról. *Gyermeknevelés*, **6**. 1. sz., 24–54.